

Didaktische und technologische Elemente des E-Learning-Engineering

Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Philosophie (Dr. phil.)

der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg

vorgelegt von Birgit May aus Mannheim

Erstgutachter: Prof. Dr. Dr. Andreas Zendler

Zweitgutachter: Prof. Dr. Raimund Girwidz

Datum des Abschlusses der mündlichen Prüfung: 11. April 2016

Zusammenfassung – Abstract

Zusammenfassung. Seit Jahren wird von der Bildung, Industrie und Gesellschaft ein höherer Anteil von digitalen Lernressourcen gefordert, um größeren Studierendenzahlen gerecht zu werden und ein flexibleres Studium anbieten zu können. Die Medienkompetenz wurde in den aktuellen Lehr- und Bildungsplänen verankert und soll Studierende auf eine digitale Arbeitswelt vorbereiten. Zuletzt wurde im Januar 2015 in einem Bericht der *Arbeitsgruppe von Vertreterinnen und Vertretern der Länder und des Bundes* zu Chancen und Risiken von frei verfügbaren Bildungsressourcen, sogenannten *Open Educational Resources* (OER), der Mehrwert von digitalen Lernressourcen dargestellt. Die Kluft zwischen den immer schneller voranschreitenden technischen Möglichkeiten und der tatsächlichen Medienkompetenz an Hochschulen und Schulen führt zu einem fehlenden Selbstbewusstsein bei Lehrenden. Es mangelt an einfachen und realitätsnahen Modellen und Vorgehensweisen, die einerseits verständlich für die Lehrenden und Studierenden sind, andererseits aber auch die technischen Möglichkeiten berücksichtigen.

Die vorliegende Arbeit entwickelt das Vorgehensmodell ELE^{XT} zur Produktion von E-Learning-Lernressourcen. Basis für ELE^{XT} sind das aus dem *Software Engineering* stammende Vorgehensmodell V-Modell^{XT} und die *Public Available Specification* 1032-1 (PAS) aus dem E-Learning-Bereich. Das Vorgehensmodell ELE^{XT} wird durch die IDEF0-Notation vollständig beschrieben. Um eine einfache Anwendung des umfassenden Vorgehensmodells ELE^{XT} zu gewährleisten, wird ein System (Alfresco) ausgewählt und an die Bedürfnisse von ELE^{XT} angepasst. In einem letzten Schritt wird die Machbarkeit des Vorgehensmodells durch die Entwicklung eines E-Learning-Kurses überprüft. Innerhalb dieser Arbeit entstehen außerdem diverse Templates, ausgefüllte Templates als Anschauungsmaterialien, Methodensammlungen, Handreichungen und Checklisten, um die Verwendung des Vorgehensmodells ELE^{XT} zu erleichtern.

Schlüsselwörter. E-Learning-Engineering, Vorgehensmodell, PAS 1032-1, V-Modell^{XT}, Workflow, Alfresco.

Abstract. For years education, industry and society have claimed for more digital learning resources to meet the larger number of students and to offer a more flexible way of studies. Media literacy has been anchored in the curricula in order to prepare students for a digital work environment. Lately in January 2015, a working group of representatives of the federal states, and the republic of Germany spelled out that Open Educational Resources (OER) have an added value to digital learning resources. The gap between the fast progressing technical possibilities and the de facto media literacy at universities and schools lead to a lack of self-confidence among teachers. Simple and reality-related models and practices need to be developed that are understood by teachers and students, but on the other hand not neglect the technical possibilities.

This thesis develops the process model ELE^{XT} for the production of digital learning resources. The *Software Engineering* process model V-Modell^{XT} and the *Public Available Specification* 1032-1 from the e-learning field provide the basis for ELE^{XT}. The process model ELE^{XT} is fully specified in the IDEF0 notation. To ensure easy usage of the comprehensive process model ELE^{XT}, a system (Alfresco) has been selected and adapted to the needs of ELE^{XT}. In a final step, the feasibility of the process model is verified by the development of an e-learning course. Within this thesis various templates, filled templates as visual examples, methods collections, handouts and checklists are developed to facilitate the use of the process model ELE^{XT}.

Keywords. e-learning engineering, process model, PAS 1032-1, V-Modell^{XT}, workflow, Alfresco.

Vorwort

*„Der Naturwissenschaftler ruft ‚Heureka!‘,
der Technikwissenschaftler: ‚Es funktioniert!‘“*

(König, 2010, S. 70)

E-Learning ist in Deutschland an allen Hochschulen angekommen, dennoch mangelt es an umfangreichen E-Learning-Kursen. Unter E-Learning wird immer noch hauptsächlich die Bereitstellung von PDF-Dokumenten auf einem Lernmanagementsystem verstanden. Das sogenannte Anreichungskonzept dominiert den Einsatz von E-Learning in den Hochschulen. Unter Anreichungskonzept wird verstanden, dass beispielsweise zu einer Präsenzveranstaltung die Folien aus der Vorlesung begleitend online zur Verfügung gestellt werden und die Folien die Präsenzveranstaltung anreichern. Die Produktion von umfassenden E-Learning-Lernressourcen ist zumeist mit einem hohen zeitlichen Arbeitsaufwand verbunden und es fehlen Vorgehensweisen für eine effiziente Produktion von E-Learning-Lernressourcen.

Deshalb wird in der vorliegenden Ausarbeitung ein Vorgehensmodell zur Produktion von E-Learning-Lernressourcen entwickelt, um einen Beitrag zu deren effizienteren Entwicklung zu leisten.

Danksagung

Bei der Danksagung möchte ich mich kurz halten und insbesondere meinem Doktorvater Prof. Dr. Andreas Zendler für seine Geduld danken und dafür, dass er mich immer wieder auf die relevanten Aspekte meiner Arbeit fokussiert hat, wenn ich mit meinen Gedankengängen zu sehr in den Tiefen versunken war und das eigentliche Ziel aus den Augen verloren hatte. Bei Prof. Dr. Girwidz bedanke ich mich für die Zweitkorrektur meiner Arbeit.

Außerdem bedanke ich mich bei Annika Jokiahö für ihre Unterstützung und die vielen konstruktiven Gespräche sowie ihre motivierenden Worte gerade beim Endspurt und der Finalisierung dieser Arbeit. Meiner Mutter möchte ich danken, dass sie die Frage „Wann bist Du endlich fertig?“ nicht allzu häufig gestellt hat und ich mich durch die großzügige Erziehung meiner Eltern stets beruflich weiterentwickeln konnte.

Natürlich gilt mein Dank auch meinen Kolleginnen und Kollegen der PH Ludwigsburg, die mich direkt oder indirekt in all den Jahren unterstützt haben, und all meinen Korrekturleserinnen.

Widmen möchte ich die Arbeit meinem Vater und meiner Oma.

Inhalt

Zusammenfassung – Abstract	iii
Vorwort	v
Danksagung.....	vii
Inhalt	ix
Abbildungsverzeichnis.....	xiii
Tabellenverzeichnis	xix
Überblick.....	xxi
1 Grundlagen des E-Learning-Engineering	1
1.1 E-Learning	2
1.1.1 Historie des E-Learning.....	2
1.1.2 Dimensionen des E-Learning.....	6
1.1.3 Vorgehensmodelle	8
1.2 Objekte für das E-Learning.....	13
1.2.1 Medienobjekte im Kontext von Internetorganisationen	13
1.2.2 Standards im Bereich E-Learning	15
1.2.3 Der Standard SCORM im Detail	17
1.2.4 Das Autodesk-Learning-Modell nach MASIE	20
1.3 Drei Ausgangspunkte für das E-Learning-Engineering.....	24
1.3.1 Das V-Modell ^{XT} aus dem <i>Software Engineering</i>	24
1.3.2 Das Prozessmodell zur Entwicklung von Bildungsinhalten	32
1.3.3 Konzepte und Techniken der Ingenieurwissenschaften.....	39
1.4 E-Learning-Engineering	43
1.5 Zielsetzung	45
1.5.1 Konzeptuelle Entwicklung eines Vorgehensmodells zum E-Learning-Engineering	45
1.5.2 Werkzeugmäßige Unterstützung des Vorgehensmodells zum E-Learning-Engineering	46
1.5.3 Instanziierung des Vorgehensmodells zum E-Learning-Engineering.....	47
1.6 Überblick über den weiteren Aufbau der Arbeit	48

2	E-Learning-Lernressourcen für Lehr- und Lernszenarien	51
2.1	Lernen mit Medien	52
2.2	Medienobjekte für E-Learning-Lernressourcen	59
2.2.1	Text und Hypertext.....	59
2.2.2	Bilder	62
2.2.3	Audio	64
2.2.4	Applikation	67
2.2.5	Video	70
2.3	Ansätze zur Beschreibung von E-Learning-Lernressourcen	72
2.3.1	E-Learning-Lernressourcen nach Baumgartner.....	72
2.3.2	<ML> ³	76
2.3.3	Das Cisco-System-Modell	78
2.4	Didaktisierung von E-Learning-Lernressourcen	80
2.4.1	Informationsobjekt.....	80
2.4.2	Lernobjekt	81
2.4.3	Lektion.....	83
2.4.4	Kurs.....	84
3	Prozessorientierte Beschreibung von E-Learning-Lernressourcen	87
3.1	Verwendung von PAS-Prozessen	88
3.1.1	Anforderungsermittlung.....	91
3.1.2	Rahmenbedingungen	93
3.1.3	Konzeption.....	95
3.1.4	Produktion	101
3.1.5	Einführung.....	103
3.2	Modifizierung der PAS-Prozesse durch ELE-Prozesse	106
3.2.1	Projekt initialisieren.....	108
3.2.2	Anforderungen ermitteln.....	109
3.2.3	Konzeption erstellen	112
3.2.4	Lernressource produzieren	116
3.2.5	Lernressource einführen	118
3.3	Anreicherung der ELE-Prozesse mit Konzepten und Techniken des V-Modell ^{XT}	121
3.3.1	Grundkonzepte.....	123
3.3.2	Projektmanagement.....	132
3.3.3	Qualitätssicherung	133
3.3.4	Konfigurationsmanagement.....	135
3.3.5	Problem- und Änderungsmanagement.....	137
3.3.6	Ergebnisse und Entscheidungspunkte von ELE ^{XT}	139
4	Evaluierung verschiedener Softwareplattformen zur Realisierung von ELE^{XT}	141
4.1	Basisarchitekturen	142
4.1.1	LAMP (Linux, Apache, MySQL, PHP).....	142

4.1.2	Applikationsserver.....	143
4.2	Typen von Softwareplattformen.....	145
4.2.1	Document-Management-System (DMS)	146
4.2.2	Workflow-Management-System (WfMS).....	148
4.2.3	Enterprise-Content-Management-System (ECMS)	151
4.3	Kriterien zur Evaluierung der Softwareplattformen	154
4.3.1	Kriterien aus der Literatur	154
4.3.2	Verwendete Kriterien in der vorliegenden Arbeit.....	155
4.3.3	Anwendung der Kriterien auf eine Auswahl an Systemen	159
4.4	Evaluierung der Softwareplattformen	166
5	Das Enterprise-Content-Management-System Alfresco.....	169
5.1	Die Softwarearchitektur von Alfresco.....	170
5.2	Der Alfresco Datenbankserver	173
5.3	Der Alfresco Applikationsserver.....	174
5.4	Alfresco Clients	177
5.5	Zentrale Konzepte von Alfresco	183
5.5.1	<i>Spaces</i> und <i>Links</i>	183
5.5.2	<i>Content Rules</i> und <i>Actions</i>	183
5.5.3	<i>Simple Workflows</i>	185
5.5.4	<i>Advanced Workflows</i>	185
5.5.5	Aspekte wie <i>Klassifizierbar</i> und <i>Tag-fähig</i>	186
5.5.6	<i>Users, Groups</i> und <i>Roles</i>	186
6	Realisierung von ELE^{XT} mit Alfresco	189
6.1	Mapping von ELE ^{XT} -Grundkonzepten auf Alfresco.....	190
6.1.1	Mapping von ELE ^{XT} -Aktivitäten auf Alfresco <i>Spaces</i>	190
6.1.2	Mapping von ELE ^{XT} -Modellkonzepten auf Alfresco <i>Subspaces</i>	191
6.1.3	Mapping von ELE ^{XT} -Mechanism und ELE ^{XT} -Control auf Alfresco <i>Spaces</i> und Regeln	192
6.2	Unterstützung des ELE ^{XT} -Projektmanagements durch Alfresco.....	197
6.3	Unterstützung der ELE ^{XT} -Qualitätssicherung durch Alfresco	204
6.4	Unterstützung des ELE ^{XT} -Konfigurationsmanagements durch Alfresco.....	210
6.5	Unterstützung des ELE ^{XT} -Problem- und Änderungsmanagements durch Alfresco.....	216
6.6	Unterstützung der ELE ^{XT} -Auftraggeber-/Auftragnehmersichten durch Alfresco.....	218

7	ELE^{XT} und Alfresco in Aktion: Der Kurs <i>E-Learning-Engineering</i>	223
7.1	Der Kurs <i>E-Learning-Engineering</i> in ELE ^{XT} , Alfresco und Moodle	224
7.2	E-Learning-Engineering: <i>Projekt initialisieren</i>	227
7.2.1	Projektdefinition als <i>Output</i>	227
7.2.2	Projektdefinition unter dem Projektmanagement	229
7.3	E-Learning-Engineering: <i>Anforderungen ermitteln</i>	233
7.3.1	Lastenheft als <i>Output</i>	233
7.3.2	Lastenheft unter dem Konfigurationsmanagement	234
7.4	E-Learning-Engineering: <i>Ausschreibung/Pitch durchführen</i>	236
7.4.1	Pflichtenheft als <i>Output</i>	236
7.4.2	Vertrag unter Problem- und Änderungsmanagement	237
7.4.3	Pflichtenheft unter Auftraggeber-/Auftragnehmersicht	239
7.5	E-Learning-Engineering: <i>Konzeption erstellen</i>	242
7.5.1	Drehbuch als <i>Output</i>	242
7.5.2	Drehbuch unter Projektmanagement	243
7.5.3	Drehbuch unter Qualitätssicherung	244
7.6	E-Learning-Engineering: <i>E-Learning-Lernressource produzieren</i>	246
7.6.1	Lektion, Lernobjekt, Informationsobjekt und Medienobjekt als <i>Output</i>	246
7.6.2	Lektion unter Projektmanagement	246
7.6.3	Lernobjekt unter Konfigurationsmanagement	248
7.6.4	Informationsobjekt unter Problem- und Änderungsmanagement	248
7.6.5	Medienobjekt unter der Qualitätssicherung	249
7.7	E-Learning-Engineering: <i>E-Learning-Lernressource einführen</i>	252
7.7.1	Das Lernmanagementsystem Moodle	252
7.7.2	Der Kurs <i>E-Learning-Engineering</i> in Moodle	254
8	Schlussfolgerungen	261
	Abkürzungsverzeichnis	265
	Literaturverzeichnis	269
	Anhang A: Medienobjekte	283
	Anhang B: IDEF0	286
	Anhang C: V-Modell^{XT}	289
	Anhang D: ELE^{XT}-Prozesse als IDEF0	294
	Anhang E: Werkzeuge/Tools für ELE^{XT}	305
	Anhang F: Rollen und Verantwortlichkeiten im Projekt	306
	Anhang G: JavaScripte	307

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1 Barbecue-Typologie	8
Abbildung 1.2 Überblick der SCORM-Bücher	18
Abbildung 1.3 Learning Object Content Model von Autodesk	22
Abbildung 1.4 Aktivitäten des Projektmanagements	27
Abbildung 1.5 Aktivitäten der Qualitätssicherung	28
Abbildung 1.6 Aktivitäten des Konfigurationsmanagements.....	29
Abbildung 1.7 Aktivitäten des Problem- und Änderungsmanagements.....	30
Abbildung 1.8 Aktivitäten des Vertragsschlusses (AN)	30
Abbildung 1.9 Aktivitäten des Vertragsschlusses (AG)	31
Abbildung 1.10 Aktivitäten der Lieferung und Abnahme (AG)	31
Abbildung 1.11 Prozessmodell PAS 1032-1.....	35
Abbildung 1.12 Aufbau der Arbeit	49
Abbildung 2.1 Duale Codierung	56
Abbildung 2.2 Text und Bild mit einem WYSIWYG-Editor.....	61
Abbildung 2.3 Produktion einer Grafik mit Photoshop.....	64
Abbildung 2.4 Produktion einer Audiosequenz mit Audacity	66
Abbildung 2.5 Produktion einer Animation mit Mediator	69
Abbildung 2.6 Produktion einer Videosequenz mit Adobe Premiere	71
Abbildung 2.7 Aufbau eines Lernobjektes	73
Abbildung 2.8 Inhaltsauszeichnungen in <ML> ³	78
Abbildung 2.9 Aufbau eines Lernobjektes	79
Abbildung 2.10 Informationsobjekt	81
Abbildung 2.11 Lernobjekt.....	82
Abbildung 2.12 Lektion	84
Abbildung 2.13 Kurs	85
Abbildung 3.1 IDEF0: A0 Produktion einer Lernressource nach PAS	91
Abbildung 3.2 IDEF0: A1 Anforderungsermittlung in PAS.....	92
Abbildung 3.3 IDEF0: A2 Rahmenbedingungen in PAS	94
Abbildung 3.4 IDEF0: A2.1 Diverse Analysen in PAS.....	95
Abbildung 3.5 IDEF0: A3 Konzeption in PAS.....	98
Abbildung 3.6 IDEF0: A3.1 Konzeption des Inhaltes, Organisation und der Technik in PAS.....	99
Abbildung 3.7 IDEF0: A3.3 Medien- und Kommunikationskonzept in PAS.....	101

Abbildung 3.8 IDEF0: <i>A4 Produktion</i> in PAS	103
Abbildung 3.9 IDEF0: <i>A5 Einführung</i> in PAS	105
Abbildung 3.10 IDEF0: <i>A0 Produktion einer E-Learning-Lernressource nach ELE</i>	108
Abbildung 3.11 IDEF0: <i>A1 Projekt initialisieren</i> in ELE.....	109
Abbildung 3.12 IDEF0: <i>A2 Anforderungen ermitteln</i> in ELE	111
Abbildung 3.13 Ausschnitt aus Template Grobkonzept in ELE	112
Abbildung 3.14 IDEF0: <i>A3 Konzeption erstellen</i> in ELE	113
Abbildung 3.15 Ausschnitt aus Template Feinkonzept in ELE.....	115
Abbildung 3.16 IDEF0: <i>A3.1 Feinkonzepte erstellen</i> in ELE	116
Abbildung 3.17 IDEF0: <i>A4 Lernressource produzieren</i> in ELE	118
Abbildung 3.18 IDEF0: <i>A5 Lernressource einführen</i> in ELE	120
Abbildung 3.19 IDEF0: <i>A0 Produktion einer E-Learning-Lernressource nach ELE^{XT}</i>	123
Abbildung 3.20 Änderungsverzeichnis in jedem Template von ELE ^{XT}	124
Abbildung 3.21 IDEF0: <i>A3 Ausschreibung/Pitch durchführen</i> in ELE ^{XT}	131
Abbildung 3.22 IDEF0: <i>A4.4 Projektfortschrittsentscheidung treffen</i> in ELE ^{XT}	133
Abbildung 3.23 IDEF0: <i>A2.2 Projektmanagement und Qualitätssicherung planen</i> in ELE ^{XT}	135
Abbildung 3.24 IDEF0: <i>A2.24 Projektmanagement-Infrastruktur einrichten</i> in ELE ^{XT}	136
Abbildung 3.25 Produktbibliothek in ELE ^{XT}	137
Abbildung 3.26 IDEF0: <i>B1 Problemmeldung/Änderungsantrag stellen</i> in ELE ^{XT}	138
Abbildung 3.27 Schnittstellendokumente in ELE ^{XT}	140
Abbildung 4.1 LAMP-Architektur	142
Abbildung 4.2 Applikationsserver-Architektur.....	143
Abbildung 4.3 Architektur DMS	147
Abbildung 4.4 Architektur WfMS	149
Abbildung 4.5 Architektur ECMS.....	152
Abbildung 4.6 Softwarearchitektur von KnowledgeTree.....	160
Abbildung 4.7 Softwarearchitektur von Xincó	161
Abbildung 4.8 Softwarearchitektur von SWAMP	162
Abbildung 4.9 Softwarearchitektur von jBPM	163
Abbildung 4.10 Softwarearchitektur von Typo3	164
Abbildung 4.11 Softwarearchitektur von Alfresco	165
Abbildung 5.1 Alfresco Softwarearchitektur.....	171
Abbildung 5.2 Alfresco Komponenten	172
Abbildung 5.3 Alfresco Datenbankserver.....	173
Abbildung 5.4 Alfresco <i>Content Application Server</i>	176

Abbildung 5.5 Aufbau <i>Alfresco Client</i>	178
Abbildung 5.6 Aufbau <i>Alfresco Explorer</i>	179
Abbildung 5.7 Aufbau <i>Alfresco Explorer</i> mit <i>Working Area</i>	180
Abbildung 5.8 <i>Alfresco Share</i>	181
Abbildung 5.9 <i>Alfresco Share</i> mit <i>Site</i>	182
Abbildung 5.10 <i>Alfresco Content Rules</i> (Regeln) einrichten	184
Abbildung 6.1 ELE ^{XT} -Prozesse (links) und <i>Alfresco Spaces</i> (rechts).....	191
Abbildung 6.2 Modellkonzept aus ELE ^{XT} (links) und <i>Subspaces</i> im <i>Alfresco</i> (rechts)	192
Abbildung 6.3 ELE ^{XT} -Control und ELE ^{XT} -Mechanism.....	193
Abbildung 6.4 Struktur ELE ^{XT} -Control.....	194
Abbildung 6.5 Aktualisierung von <i>Control</i> mit einer Regel in <i>Alfresco</i>	195
Abbildung 6.6 Verfügbare Seiten in einer <i>Alfresco Site</i>	198
Abbildung 6.7 Kommentar im siteübergreifenden Diskussionsforum	199
Abbildung 6.8 Eingabemaske für einen Kommentar zu einem <i>Space</i>	200
Abbildung 6.9 Ansicht <i>Space</i> mit Kommentaren	200
Abbildung 6.10 <i>Alfresco</i> RSS-Feed abonnieren.....	201
Abbildung 6.11 ELE ^{XT} -Methoden als <i>Links</i> in <i>Alfresco</i>	202
Abbildung 6.12 Beschreibung der ELE ^{XT} -Methode Auditierung.....	203
Abbildung 6.13 <i>Projektfortschrittsentscheidung treffen</i> im Prozess <i>Anforderungen ermitteln</i>	205
Abbildung 6.14 <i>B2 Projektfortschrittsentscheidung treffen</i>	205
Abbildung 6.15 ELE ^{XT} -Bearbeitungszustandsmodell (links) und <i>Subspaces</i> <i>Alfresco</i> (rechts).....	206
Abbildung 6.16 Automatisches Verschieben der Dokumente mit <i>Simple Workflow</i>	207
Abbildung 6.17 Versenden von automatisierten E-Mails	208
Abbildung 6.18 <i>Alfresco</i> Space-Template	211
Abbildung 6.19 <i>Alfresco</i> Aspekte verwalten	212
Abbildung 6.20 <i>Alfresco</i> Einstellung <i>Tag-fähig</i>	212
Abbildung 6.21 <i>Alfresco</i> Eigenschaften mit <i>Tags</i> bearbeiten	213
Abbildung 6.22 <i>Alfresco</i> Einstellung <i>Versionsfähig</i>	214
Abbildung 6.23 <i>Alfresco</i> Versionierung von Dateien	215
Abbildung 6.24 <i>Advanced Workflow</i> ELE ^{XT} -Problem- und Änderungsmanagement.....	217
Abbildung 6.25 Auftragnehmer/Auftraggebersicht ELE ^{XT} (links) und <i>Alfresco</i> (rechts)	219
Abbildung 6.26 <i>Spaces</i> aus Auftragnehmer/Auftraggebersicht.....	219
Abbildung 6.27 Externe Benutzer in <i>Alfresco</i> hinzufügen Schritt 1	220
Abbildung 6.28 Externe Benutzer in <i>Alfresco</i> hinzufügen Schritt 2	221
Abbildung 6.29 Der <i>Advanced Workflow</i> ELE ^{XT} Angebot einholen zur Angebotserstellung	222

Abbildung 7.1 Zusammenhang ELE ^{XT} , Alfresco und Moodle.....	224
Abbildung 7.2 Hierarchischer Aufbau und Zusammenhang der Kursstruktur in Alfresco	225
Abbildung 7.3 Zusammenhang ELE ^{XT} , Alfresco und Moodle mit Fokus auf ELE ^{XT} und Alfresco	226
Abbildung 7.4 A1 <i>Projekt initialisieren</i> aus Sicht eines Projektleiters in Alfresco	227
Abbildung 7.5 A1 <i>Projektdefinition erstellen</i> mit <i>Simple Workflow</i> und <i>JavaScript</i> in Alfresco	228
Abbildung 7.6 Projektdefinition aus dem Projekt Eduosis Digitale.....	229
Abbildung 7.7 IDEF0: A1 <i>Projekt initialisieren</i> aus ELE ^{XT}	230
Abbildung 7.8 Berechtigungen im <i>Space A1 Projekt initialisieren</i> in Alfresco	230
Abbildung 7.9 Berechtigungen im <i>Space A1.1 Projektdefinition erstellen</i> in Alfresco	231
Abbildung 7.10 Berechtigungen im <i>Space A1.2 Projektdefinition prüfen</i> in Alfresco	231
Abbildung 7.11 Zuweisung Benutzer zu einer Gruppe in Alfresco.....	232
Abbildung 7.12 Lastenheft aus dem Projekt Eduosis Digitale aus ELE ^{XT}	234
Abbildung 7.13 Lastenheft unter dem Konfigurationsmanagement in Alfresco	235
Abbildung 7.14 Pflichtenheft von iPunkt Media aus ELE ^{XT}	237
Abbildung 7.15 Template für Problemmeldung/Änderungsantrag mit Beispiel aus ELE ^{XT}	239
Abbildung 7.16 Alfresco <i>Advanced Workflow</i> – Einholung eines Angebotes Teil 1.....	240
Abbildung 7.17 Alfresco <i>Advanced Workflow</i> – Einholung eines Angebotes Teil 2.....	241
Abbildung 7.18 Drehbuchseite der Lektion <i>Lernen mit Medien</i> aus ELE ^{XT}	243
Abbildung 7.19 Diskussionsforum zum Drehbuch in Alfresco	244
Abbildung 7.20 Drehbuch unter Qualitätssicherung in ELE ^{XT}	245
Abbildung 7.21 Lektion <i>Lernen mit Medien</i> vor und nach Änderung der <i>Spaces</i> in Alfresco	247
Abbildung 7.22 <i>Space</i> Lektion <i>Lernen mit Medien</i> mit Diskussionsforum in Alfresco	247
Abbildung 7.23 Lernobjekt: Konfigurationsmanagement im Alfresco	248
Abbildung 7.24 Prüfung durch die Qualitätssicherung 1	250
Abbildung 7.25 Prüfung durch die Qualitätssicherung 2	251
Abbildung 7.26 Zusammenhang ELE ^{XT} , Alfresco und Moodle mit Fokus auf Moodle.....	252
Abbildung 7.27 Architektur von Moodle.....	254
Abbildung 7.28 Der Kurs <i>E-Learning-Engineering</i> als Konzept (links) und in Moodle (rechts)	255
Abbildung 7.29 Moodle Einstiegsseite der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg.....	256
Abbildung 7.30 Kursübersicht in Moodle.....	257
Abbildung 7.31 Der Kurs <i>E-Learning-Engineering</i> in Moodle.....	257
Abbildung 7.32 Lektion <i>Didaktisierung von E-Learning-Lernressourcen</i> in Moodle	258
Abbildung 7.33 Das Lernobjekt in Moodle.....	259
Abbildung A-B.1 IDEF0 Zusammenhang <i>Parent Diagram</i> - <i>Child Diagram</i>	288
Abbildung A-C.1 Vorgehensbausteine des V-Modell ^{XT} Teil 1	292

Abbildung A-C.2 Vorgehensbausteine des V-Modell ^{XT} Teil 2	293
Abbildung A-D.1 A-0 Beschreibung ELE ^{XT} in IDEF0	294
Abbildung A-D.2 A0 Produktion einer E-Learning-Lernressource nach ELE ^{XT}	294
Abbildung A-D.3 A1 Projekt initialisieren	295
Abbildung A-D.4 A2 Anforderungen ermitteln	295
Abbildung A-D.5 A2.2 Projektmanagement und Qualitätssicherung planen	296
Abbildung A-D.6 A2.24 Projektmanagement-Infrastruktur einrichten	296
Abbildung A-D.7 A2.3 Ausschreibung planen	297
Abbildung A-D.8 A2.4 Projektfortschrittsentscheidung treffen	297
Abbildung A-D.9 A3 Ausschreibung/Pitch durchführen	298
Abbildung A-D.10 A3.5 Projektfortschrittsentscheidung treffen	298
Abbildung A-D.11 A4 Konzeption erstellen	299
Abbildung A-D.12 A4.1 Projektmanagement und Qualitätssicherung planen	299
Abbildung A-D.13 A4.4 Projektfortschrittsentscheidung treffen	300
Abbildung A-D.14 A5 E-Learning-Lernressource produzieren	300
Abbildung A-D.15 A5.1 Medien und Inhalte produzieren	301
Abbildung A-D.16 A5.2 Technik und Wartung realisieren	301
Abbildung A-D.17 A5.3 Projektfortschrittsentscheidung treffen	302
Abbildung A-D.18 A6 E-Learning-Lernressource einführen	302
Abbildung A-D.19 A6.1 E-Learning-Lernressource testen	303
Abbildung A-D.20 A6.2 Projektfortschrittsentscheidung treffen	303
Abbildung A-D.21 B1 Problemmeldung/Änderungsantrag stellen	304
Abbildung A-D.22 B2 Projektfortschrittsentscheidung treffen	304

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1 Zusammenfassung der Medientypen nach IANA, RFC und dem W3C	15
Tabelle 1.2 Die Standards der IMS strukturiert nach Stracke (2007)	16
Tabelle 1.3 PAS-Beschreibungsmodell ohne Beispiele	33
Tabelle 1.4 Integration von Prozessmodell und Beschreibungsmodell	36
Tabelle 1.5 Integration von Prozessmodell und Beschreibungsmodell am Beispiel Initiierung	37
Tabelle 2.1 Kognitive Prozesse und Wissensdimensionen mit Lern- und Informationsobjekt	76
Tabelle 3.1 Alle ELE ^{XT} -Prozesse im Überblick	127
Tabelle 4.1 Kriterien zur Evaluierung verschiedener Softwareplattformen für ELE ^{XT}	156
Tabelle 4.2 Evaluierung der Softwareplattformen	167
Tabelle 5.1 Rollen und Rechte in Alfresco	187

Überblick

Kapitel 1 behandelt die Grundlagen des E-Learning-Engineering und geht im Abschnitt E-Learning auf die Historie des E-Learning mit den technischen Entwicklungen und Programmen sowie Anschubfinanzierungen durch den Bund ein. Der Abschnitt Dimensionen des E-Learning beinhaltet Dimensionen und Formen von E-Learning, und der Abschnitt Vorgehensmodelle beschreibt Vorgehensmodelle aus der Softwaretechnik und Didaktik (Kapitel 1.1). Danach werden Medienobjekte im Kontext von Internetorganisationen vorgestellt und das darauffolgende Kapitel geht auf Standards im Bereich E-Learning ein. Der Standard *Shareable Content Object Reference Model* (SCORM) wird ausführlicher im dann folgenden Kapitel dargestellt und das Autodesk-Learning-Modell nach MASIE veranschaulicht Standards anhand eines Praxisbeispiels (Kapitel 1.2). Folgend wird das V-Modell^{XT} aus dem *Software Engineering* mit dem V-Modell^{XT}-Kern (Projektmanagement, Qualitätssicherung, Konfigurationsmanagement, Problem- und Änderungsmanagement) und die Spezifikation PAS 1032-1 mit dem Beschreibungsmodell präsentiert. Einen weiteren Ausgangspunkt für das E-Learning-Engineering stellen Konzepte und Techniken der Ingenieurwissenschaften dar, die ebenfalls Berücksichtigung finden (Kapitel 1.3). Im Folgenden wird der Begriff E-Learning-Engineering für die vorliegende Arbeit definiert (Kapitel 1.4). Das Kapitel endet mit der Zielsetzung dieser Arbeit (Kapitel 1.5) und einem Überblick über deren weiteren Aufbau der Arbeit (Kapitel 1.6).

Kapitel 2 beschäftigt sich mit Grundlagen für die späteren Ergebnisse dieser Arbeit und behandelt das Lernen mit Medien (Kapitel 2.1). Anschließend werden die einzelnen Medienobjekte Text und Hypertext, Bilder, Audio, Applikation und Video vorgestellt (Kapitel 2.2). Das Lernobjekt ist in der Literatur bislang nicht einheitlich definiert und aus diesem Grund werden die Ansätze nach Baumgartner, <ML³> und CISCO beschrieben (Kapitel 2.3). Eine eigene Definition der E-Learning-Lernressourcen Informationsobjekt, Lernobjekt, Lektion und Kurs schließt danach an (Kapitel 2.4).

In Kapitel 3 wird das eigene Vorgehensmodell ELE^{XT} auf Basis von PAS und dem V-Modell^{XT} entwickelt. Hierfür wird in einem ersten Schritt PAS beschrieben (Kapitel 3.1) und die einzelnen Prozesse *Anforderungsermittlung*, *Rahmenbedingungen*, *Konzeption*, *Produktion* und *Einführung* werden in die IDEF0-Notation überführt. Die so entstandenen Prozessbeschreibungen

werden anschließend modifiziert und erweitert und es entstehen die Prozesse *Projekt initialisieren*, *Anforderungen ermitteln*, *Konzeption erstellen*, *E-Learning-Lernressource produzieren* und *E-Learning-Lernressource einführen* mit diversen Unterprozessen (Kapitel 3.2). Hierfür werden die Prozesse ebenfalls mit der IDEF0-Notation dargestellt. Kapitel 3 schließt die Entwicklung des eigenen Vorgehensmodells ELE^{XT} mit der Anreicherung der Prozesse mit Konzepten und Techniken aus dem V-Modell^{XT}. Hier finden die Grundkonzepte und die relevanten Bereiche Projektmanagement, Qualitätssicherung, Konfigurationsmanagement sowie Problem- und Änderungsmanagement Berücksichtigung im Vorgehensmodell ELE^{XT}. Abschließend wird auf Ergebnisse und Entscheidungspunkte aus dem V-Modell^{XT} für ELE^{XT} eingegangen (Kapitel 3.3).

Für eine werkzeugmäßige Unterstützung des Vorgehensmodells ELE^{XT} wird eine Softwareplattform benötigt. Kapitel 4 beschäftigt sich mit der Auswahl dieser Softwareplattform und beschreibt zuerst die verschiedenen Basisarchitekturen LAMP und Applikationsserver, die Voraussetzungen der meisten Softwareplattformen sind (Kapitel 4.1). Danach werden die unterschiedlichen Typen von Softwareplattformen mithilfe der Systeme Dokument-Management-System (DMS), Workflow-Management-System (WfMS) und Enterprise-Content-Management-System (ECMS) näher eingegrenzt (Kapitel 4.2). Um eine Auswahl treffen zu können, wird ein Kriterienkatalog entwickelt, der auf Kriterien aus der Literatur basiert. Die Kriterien für die vorliegende Arbeit werden präsentiert und dieser Kriterienkatalog wird auf eine Auswahl an Systemen angewandt (Kapitel 4.3). Danach werden die Softwareplattformen mithilfe des Kriterienkatalogs evaluiert (Kapitel 4.4).

Die ausgewählte Softwareplattform Alfresco wird in Kapitel 5 im Detail mit den wichtigsten Funktionen beschrieben. Anfangs wird die Softwarearchitektur (Kapitel 5.1) mit Datenbankserver (Kapitel 5.2) und Applikationsserver (Kapitel 5.3) erläutert. Die beiden Clients *Alfresco Share* und *Alfresco Explorer* werden vorgestellt (Kapitel 5.4) und das Kapitel schließt mit den zentralen Konzepten von Alfresco. Diese zentrale Konzepte sind im Einzelnen *Spaces* und *Links*, *Content Rules* und *Actions*, *Simple Workflows*, *Advanced Workflows*, Aspekte wie *Klassifizierbar* und *Tag-fähig* und *Users*, *Groups* und *Roles* (Kapitel 5.5).

Das Enterprise-Content-Management-System Alfresco wird im Kapitel 6 auf die Anforderungen des Vorgehensmodells ELE^{XT} angepasst. Diese Modifikationen werden verdeutlicht, indem

Eigenschaften aus ELE^{XT} auf grundlegende Funktionen von Alfresco abgebildet werden, wie beispielsweise ELE^{XT}-Modellkonzepte auf Alfresco *Subspaces* (Kapitel 6.1). Die in Kapitel 5 identifizierten Funktionen aus Alfresco kommen alle zum Einsatz, um das Vorgehensmodell ELE^{XT} in seinem Ablauf zu vereinfachen und den Anwender bei der Verwendung von ELE^{XT} zu unterstützen. Die in ELE^{XT} integrierten Konzepte des Projektmanagements (Kapitel 6.2), der Qualitätssicherung (Kapitel 6.3), des Konfigurationsmanagements (Kapitel 6.4) sowie des Problem- und Änderungsmanagements (Kapitel 6.5) werden ebenfalls durch Alfresco-Funktionen begleitet. Auch die relevante Auftraggeber-/Auftragnehmersicht bekommt durch diverse Funktionen in Alfresco Unterstützung (Kapitel 6.6).

Das entwickelte Vorgehensmodell erhält in Kapitel 5 und 6 eine werkzeugmäßige Unterstützung und Alfresco wird an die Bedürfnisse des Vorgehensmodells angepasst. Das fertige Vorgehensmodell wird in Kapitel 7 umgesetzt, indem ein Kurs über *E-Learning-Engineering* konzipiert und produziert wird. Exemplarisch werden alle Prozesse des Vorgehensmodells anhand zweier Dokumente in Kombination mit ELE^{XT}-Eigenschaften in Alfresco dargelegt. Zuerst wird der Kurs *E-Learning-Engineering* im Kontext von ELE^{XT}, Alfresco und Moodle präsentiert (Kapitel 7.1). Der erste Prozess *Projekt initialisieren* wird mithilfe der Projektdefinition und des Projektmanagements beleuchtet (Kapitel 7.2). Im Prozess *Anforderungen ermitteln* kommt das Lastenheft mit dem Konfigurationsmanagement zum Einsatz (Kapitel 7.3). Der Prozess *Ausschreibung/Pitch durchführen* verwendet das Pflichtenheft und den Vertrag im Problem- und Änderungsmanagement sowie aus Auftragnehmer-/Auftraggebersicht (Kapitel 7.4). Das Drehbuch führt durch das Projektmanagement sowie durch die Qualitätssicherung und demonstriert exemplarisch die Erstellung der wesentlichen Dokumente im Prozess *Konzeption erstellen* (Kapitel 7.5). Innerhalb des Prozesses *E-Learning-Lernressource produzieren* wird der Kurs mit den Lektionen, Lernobjekten, Informationsobjekten und Medienobjekten erstellt. Die Lektionen werden unter Aspekten des Projektmanagements, die Lernobjekte unter Aspekten des Konfigurationsmanagements, die Informationsobjekte unter Aspekten des Problem- und Änderungsmanagements und die Medienobjekte unter Aspekten der Qualitätssicherung präsentiert (Kapitel 7.6). Das Kapitel 7 schließt mit der Einführung des Kurses *E-Learning-Engineering* auf der Lernplattform Moodle (Kapitel 7.7).

Kapitel 8 fasst die wesentlichen Ergebnisse dieser Arbeit zusammen und behandelt die Einschränkungen, unter der die vorliegende Arbeit entstand. Abschließend wird auf die daraus resultierenden Folgearbeiten eingegangen.

1 Grundlagen des E-Learning-Engineering

In diesem Kapitel werden relevante Grundlagen des E-Learning-Engineering behandelt. Hierzu gehören die Klärung des Begriffs E-Learning, ein Blick auf die technische Entwicklung des Bereichs E-Learning sowie die Dimensionen von E-Learning. Im Anschluss werden Vorgehensmodelle im Kontext des *Software Engineering* und des E-Learning dargestellt. Danach werden Medienobjekte für E-Learning beschrieben und ein Überblick über relevante Standards im E-Learning wird gegeben. Nach den drei Ausgangspunkten V-Modell^{XT}, *Public Available Specification* (PAS) und Konzepte aus den Ingenieurwissenschaften wird der Begriff E-Learning-Engineering für diese Arbeit definiert. Dieses Kapitel schließt mit der Zielsetzung dieser Arbeit und gibt einen Überblick über den Aufbau der Arbeit.

1.1 E-Learning

Die Begriffsvielfalt im Bereich E-Learning zeigt sich in vielen Artikeln durch die Verwendung zahlreicher Synonyme und Abkürzungen. Es tauchen Begriffe wie *Computer Managed Instruction* (CMI), *Computer Assisted Instruction* (CAI), *Computer Assisted Learning* (CAL), *Computer Based Training* (CBT) und *Computer Based Education* (CBE) auf, die lediglich das Lernen am Computer beziehungsweise mit dem Computer abdecken (Back, Bendel, & Stoller-Schai, 2001). Der Bereich E-Learning ist ein weit gestecktes Feld und der Begriff E-Learning wurde in diversen Arbeiten definiert.

Problematisch ist, dass Lernen mit elektronischen Medien durch verschiedene Begriffe wiedergegeben werden kann und oftmals nicht klar ist, welche Elemente als Ober- oder Sammelbegriff fungieren (Hoppe, 2005). Häufig wird E-Learning als eine Kombination von digitalen Medien und der Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien für das Lehren und Lernen betrachtet (Euler, 2001; Euler & Seufert, 2005; Kerres, 2001).

In der vorliegenden Arbeit ist der Begriff E-Learning an die Definition der *Association for Talent Development* (ATD) angelehnt. ATD beschreibt E-Learning wie folgt: „E-Learning (electronic learning): Term covering a wide set of applications and processes, such as Web-based learning, computer-based learning, virtual classrooms, and digital collaboration. It includes the delivery of content via Internet, intranet/extranet (LAN/WAN), audio- and videotape, satellite broadcast, interactive TV, CD-ROM, and more“ (ATD, 2015). Die Beschreibung von ATD zeigt, dass E-Learning in einem engen Zusammenhang mit den technologischen Entwicklungen steht, und das *and more* weist auf weitere Technologien hin, die den Begriff E-Learning auch in Zukunft stetig erweitern werden. Bereits heute lassen sich neue Technologien wie Streaming oder Web 2.0 problemlos an das Zitat anhängen. Daher steht hinter einer Entwicklung im Bereich E-Learning auch zumeist eine Weiterentwicklung von Technologien.

1.1.1 Historie des E-Learning

Teilweise wird die Geburtsstunde von E-Learning in der Einführung von Bildungsfernsehen in den 1980er Jahren gesehen, andere werten die Verbreitung des Internets als auslösenden Faktor für die Entwicklung von E-Learning. Die Historie des E-Learning soll in dieser Arbeit aus

zwei Perspektiven beschrieben werden: (1) technische Entwicklung, (2) Programme und Anschubfinanzierung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (Dittler, 2009).

Technische Entwicklung

Die Entwicklung in der Technologie bringt zumeist auch Entwicklungen im E-Learning mit sich. Didaktik und Technik befruchten sich gegenseitig und profitieren von dem jeweiligen Fortschritt. Aus diesem Grund wird die Entwicklung des E-Learning ebenfalls anhand zweier Meilensteine des Fortschritts dargestellt: die Entwicklung der Mikroprozessoren und der Personal Computer Anfang der 1970er Jahre sowie die zunehmende Vernetzung von Computern und die rasante Leistungssteigerung von Computern bezüglich grafischer Darstellung in den 1990er Jahren.

Der Fortschritt im Computerbereich brachte die Überlegungen mit sich, den programmierten Unterricht mit dem Computer zu verbinden. Skinner und Holland haben als Erste den Versuch unternommen, eine Lerntheorie direkt auf eine Technologie abzubilden. Skinner brachte es innerhalb kürzester Zeit zu einer erheblichen Beliebtheit und konnte bereits 1963 in den USA mit dem programmierten Unterricht im Gesamtunterricht einen Anteil von 20 % erreichen. Ein ganzer Industriezweig entstand durch die vermehrte Produktion von Lehrmaschinen (Messerschmidt & Grebe, 2005).

Die Lehrmaschinen und auch die verfeinerte Methode der verzweigten Instruktion, die von Crowder in den 1970er Jahren entwickelt wurde, stoßen heutzutage auf Kritik. Durch die einfache Feedbackmöglichkeit können keine komplexen Lerninhalte erarbeitet werden und stereotype Antworten demotivieren den Lernenden (Kerres, 2001). Allerdings hat das Konzept bis in die heutige Zeit seine Berechtigung in der Aufbereitung mancher Wissensdomänen und bei der Aneignung bestimmter fachlicher Inhalte. Weiterentwicklungen dieser Lernmaschinen sind Programmierte Textbücher (*scrambled books*), in denen Informationen in kleinen Einheiten dargestellt und mit anschließenden Multiple-Choice-Fragen abgefragt werden. Bei einer falschen Antwort erfolgt eine Wiederholung durch Zurückblättern (Messerschmidt & Grebe, 2005).

Die aktuellen Entwicklungen haben zwar faktisch keine Relation zu einer technischen Neuerung, häufig wird aber die Technologie AJAX (*Asynchronous JavaScript and XML*) mit dem Aufkommen des Web 2.0 oder auch dem *Mitmach-Web* genannt. AJAX hat sicherlich viel dazu beigetragen, dass Systeme, die eine leichtere Zusammenarbeit im Internet ermöglichen, entwickelt wurden. Tatsächlich ist AJAX aber nur eine Kombination aus Technologien, die bereits seit den Anfängen des World Wide Webs existieren, nämlich *JavaScript* und *XML (Extensible Markup Language)*. Dennoch sind Anwendungen wie Blogsysteme, Wikis oder andere *Social Software* erst durch die Kombination dieser beiden Technologien so erfolgreich geworden und haben den bisherigen Nutzer des Internets zum Beitragenden im Internet gemacht. O'Reilly (2005) prägte den Begriff Web 2.0 und verschaffte diesem Begriff durch seinen Artikel über Kernkompetenzen von Unternehmen im Web 2.0 zu einer unverhofften Öffentlichkeit.

Das Internet wird zu einer Wissensquelle mit *user generated content* und die Software ermöglicht dem Nutzer und Lernenden, ein *Personal Learning Environment (PLE)* zu schaffen. Für Kerres (2006) ist das Web 2.0 im Kontext vom E-Learning ein Wandel hin zu einem Lerner¹, der auch *Content* erzeugt; ein Lernen zu Hause und in der Schule sowie das Lernen als Performanz und nicht nur das Überprüfen von Wissen durch Prüfungen. Doch der Verlauf stoppt nicht bei Trendwörtern wie Web 2.0, sondern verkündet bereits den nächsten Versionssprung von Web 2.0 auf Web 3.0. Das Zusammenführen von Informationen im *Semantic Web* soll den Nutzer und Lernenden dazu befähigen, noch freier und besser lernen zu können. Inwieweit das tatsächlich zutrifft oder vielleicht doch den Anwender überfordert und verwirrt, werden zukünftige Forschungen in diesem Bereich aufzeigen (Strickland, 2008).

Programme und Anschubfinanzierung durch den Bund

Die Förderung durch den Bund zu den Anfangszeiten von E-Learning bestand lediglich aus Einzelinitiativen mit geringer Auswirkung auf die Entwicklung an den Hochschulen. Bis 1997 wurden vereinzelte Projekte mit einem Budget unter 100 000 DM unterstützt, um hauptsächlich Lerninhalte als online abrufbares Produkt aufzubereiten (Haug & Wedekind, 2009). Zudem

¹ Alle Personalbezeichnungen in dieser Arbeit gelten gleichermaßen für die männliche und weibliche Form.

entstanden in den 1990er Jahren einige E-Learning-Projekte, die jedoch auf einzelne, hochschulmotivierte Initiativen zurückzuführen sind, häufig in Hochschulen mit einem Bezug zur Informatik oder Didaktik (Jechle, Markowski, & Dittler, 2006).

Den zweiten Anschub erhielt E-Learning durch die erweiterten Möglichkeiten im Bereich Grafik, Video und Animation Anfang der 1990er Jahre: Er löste im Jahr 2002 eine Euphorie aus. Zudem stellte das sich schnell verbreitende Internet ein immenses Potenzial für neue multimediale Inhalte und Arbeitsformen dar (Roth, 2008). Parallel zum technischen Fortschritt wurden gerade in Deutschland mehrere Projekte zum Auf- und Ausbau multimedialer Lehr- und Lernangebote an den Hochschulen gefördert. Beispielsweise wurde im Jahr 1996 das Projekt *Schulen ans Netz* gegründet. Zu diesem Zeitpunkt waren gerade 800 Schulen am Netz, davon 40 von 3100 Gymnasien (Schulen ans Netz e.V., 2009). Ab dem Jahr 2000 finanzierte das Bundesministerium für Bildung und Forschung das Projekt *Neue Medien in der Bildung* mit 267 Mio. Euro, das ein Verbundprojekt von 100 Schulen und Hochschulen war und die Generierung von Inhalten förderte (Haug & Wedekind 2009). Im Jahr 2002 startete das Förderprojekt *Notebook University* mit einem Budget von 25 Mio. Euro zur Weiterentwicklung von mobilem Lernen an Hochschulen (Haug & Wedekind, 2009; Jechle et al., 2006). Das BMBF versuchte seit 1998 eine Bündelung der vereinzelt Initiativen durch gezielte Förderung der Länder und dadurch entstanden beispielsweise auch landesweite Institute, wie die virtuelle Hochschule Baden-Württemberg, die virtuelle Hochschule Bayern oder der virtuelle Campus Rheinland Pfalz (Hauk & Wedekind, 2009; Jechle et al., 2006). Dennoch erzeugten viele geförderte Projekte eine Diversität an Lösungen und aus Mangel an tatsächlich standardisierter Austauschmöglichkeit der erstellten Lerneinheiten wurden hauptsächlich Insellösungen produziert (Roth, 2008). Außerdem wurden die Projekte an den Hochschulen nach Ablauf der Förderzeit zumeist aus Mangel an Zeit und IT-kompetenten Mitarbeitern nicht weitergeführt (Kindt & Janicki, 2015). Deshalb hat das BMBF den Fokus seit 2005 auf *E-Learning Dienste für die Wissenschaft* mit einer Fördersumme von 30 Mio. Euro gelegt. Seither fordert das BMBF, „die Entwicklung und Erprobung von Organisationsmodellen finanziell zu unterstützen und damit zu beschleunigen („Anschubfinanzierung“), die – insbesondere in Verbindung mit Medienentwicklungskonzepten der Hochschulen – zu einer verstärkten Nutzung von E-Learning und E-Teaching führen, die Qualität und Effizienz von Lehren, Lernen und Prüfen in Hochschulen

nachhaltig steigern und die Erschließung neuer Nutzergruppen im In- und Ausland verfolgen“ (BMBF, 2015).

1.1.2 Dimensionen des E-Learning

Es ist möglich, E-Learning auf unterschiedlichen Ebenen zu betrachten (vgl. Conole, 2004; Euler & Seufert, 2005; Marjanovic, 2005). Eine für die vorliegende Arbeit geeignete Unterteilung ist die von Niegemann et al. (2004) in die Kernbegriffe *Basistechnologien*, *Lerntechnologien* und *Lernsysteme* (Broßmann & Mödinger, 2011; Niegemann et al., 2004). Die wesentlichen Kernbegriffe werden im Folgenden kurz beschrieben.

Basistechnologien. Die zugrunde liegenden Techniken beruhen auf allgemeinen Anwendungen und Technologien, die nicht unbedingt E-Learning-spezifisch sind, für E-Learning Zwecke aber genutzt werden. Beispiele hierfür sind die synchronen (Chat, Instant Messaging, Audio/Video-(Desktop)-Konferenzen etc.) und asynchronen (E-Mail, Foren, Newsgroups etc.) Kommunikationsmittel. Weitere Basistechnologien sind Informationsbeschaffung über das Internet mit Suchmaschinen sowie administrative Tätigkeiten, wie das Verwalten von Benutzerdaten und Zugriffsdaten. In der Produktion sind Autorenanwendungen und Standards den Basistechnologien zugeordnet. Die Evaluation beschäftigt sich mit der Analyse von Logfiles und unterstützt bei Befragungen im Internet. Die wohl elementarste Basistechnologie stellt die Bereitstellung der eigentlichen Hardware und Infrastruktur dar mit Diensten wie Webserver oder Internetzugang (Broßmann & Mödinger, 2011; Niegemann et al., 2004; Niegemann et al., 2008).

Lerntechnologien. Lerntechnologien sind bereits E-Learning-spezifisch und umschreiben die aus Basistechnologien entstehenden Produkte, Szenarien und Anwendungen. Sobald eine der oben aufgeführten Basistechnologien dem Lernen nutzt und in einen Lernkontext eingebunden wird, handelt es sich um eine Lerntechnologie. Beispiele für Lerntechnologien sind sogenannte Web-Course-, Autoren-, Assessment- und Reporting-Tools. Diese Anwendungen finden auch in anderen Disziplinen Verwendung, werden aber als Lerntechnologien bezeichnet, sobald sie für den Einsatz im Lernkontext angepasst oder eingesetzt werden (Broßmann & Mödinger, 2011; Niegemann et al., 2004; Niegemann et al., 2008).

Lernsysteme. Niegemann et al. (2008) spricht von Lernsystemen, wenn die E-Learning-typischen Basistechnologien, also die Lerntechnologien, mit Inhalten befüllt werden. Dadurch entwickeln sich die isolierten Lerntechnologien zu einer kompletten E-Learning-Lösung. In dieser Phase werden sowohl didaktische Methoden und Modelle als auch die Inhalte zusammengeführt und mit den Basistechnologien angereichert. Lernmanagementsysteme (LMS) sind web-basierte Systeme, die für einen geschlossenen Nutzerkreis bestimmte Funktionen zur Verfügung stellen: Verwaltung von Benutzern, Kursen, Rechte und Rollen, Erstellung und Darbietung von Inhalten, Möglichkeiten zur Kommunikation (Baumgartner, Häfele, & Maier-Häfele, 2002a; Maier-Häfele & Häfele, 2005; Schulmeister, 2005). Baumgartner (2001) unterteilt die Lernsysteme hinsichtlich ihres Einsatzes und definiert die Bereiche (1) Erstellung von Inhalten, (2) Präsentation von Inhalten, (3) Kommunikation, (4) Evaluation und Bewertung, (5) Administration.

Formen von E-Learning

Ähnlich wie bei dem Begriff E-Learning an sich und den Dimensionen von E-Learning gibt es unterschiedliche Typisierungen hinsichtlich der Formen von E-Learning (vgl. Bachmann, Dittler, Lehmann, Glotz & Rösel, 2002; Niegemann, 2001; Roth, 2008; Schulmeister, 2005, 2006). Beispielsweise unterteilt Bachmann et al. (2002) in die Formen Anreicherungs-, Integrations- und Virtualisierungskonzept.

Die vorliegende Arbeit verwendet für die Beschreibung der Formen von E-Learning die sogenannte Barbecue-Typologie von Ebner, Schön und Nagler (2011). Die Barbecue-Typologie stellt auf eine leicht verständliche und übersichtliche Weise die Formen von E-Learning dar. Diese Darstellung berücksichtigt, dass im Bildungsalltag vielfältige Lehr- und Lernsituationen vorkommen, die sich nicht immer in Präsenzphasen mit oder ohne Unterstützung von Technologien oder reine Online-Phasen einordnen lassen. In der Barbecue-Typologie steht die Grillwurst für die Präsenzlehre ohne Technologien (vgl. Abbildung 1.1). Sobald Technologien im Präsenzunterricht eingesetzt werden, wird der Unterricht angereicht, das in der Abbildung mit Ketchup und Senf visualisiert ist. Oft wird der Präsenzunterricht durch ein Lernmanagementsystem begleitet und dieser Sachverhalt wurde in der Abbildung mit einem Brötchen dargestellt. Findet das Lernen abwechselnd online und in Präsenzphasen statt, handelt es sich um

Blended Learning. Die Online-Phasen sind als Gemüse visualisiert und wechseln sich am Spieß mit der Grillwurst ab. Schließlich stellt der Gemüsespieß das reine Online-Lernen mit verschiedenen Phasen und Werkzeugen dar. Diese Form des Lernens erfolgt ohne jegliche Präsenzanteile und aus diesem Grund ist keine Grillwurst mehr vorhanden (vgl. Abbildung 1.1).



Abbildung 1.1 Barbecue-Typologie
(Ebner et al., 2011)

1.1.3 Vorgehensmodelle

In der Literatur sind diverse Definitionen für Vorgehensmodelle zu finden. Diese Arbeit verwendet die Definition von Gnatz (2005). Demnach legt ein Vorgehensmodell „einen standardisierten organisatorischen Rahmen für den idealen Ablauf eines Entwicklungsprojektes in

Form einer Beschreibung der zu erstellenden Produkte, der durchzuführenden Aktivitäten und der zu besetzenden Rollen fest“ (Gnatz, 2005, S. 39). In Vorgehensmodellen sind alle Entwicklungsvorgänge vereinfacht dargestellt (Hambach, 2004a, 2004b) und sie stellen eine Abstraktion der möglichen Vorgehensweisen in einem Projekt dar (Fritzsche & Keil, 2007; Gnatz, 2005). Weiterhin sind in Vorgehensmodellen die Schnittstellen des Projekts zur Organisation beschrieben (Broy & Kuhrmann, 2013). Sie dienen als *Leitfäden* (Fritzsche & Keil, 2007) oder *Handlungsmuster* (Gnatz, 2005). Daher tragen Vorgehensmodelle zur Verbesserung der Kommunikation unter den Projektbeteiligten, zur Qualität der Endergebnisse sowie zu besser nachvollziehbaren und wiederholbaren Prozessen bei (Gnatz, 2005). Vorgehensmodelle beinhalten die Elemente (1) Rollenmodelle mit den für die Ausführung erforderlichen Kompetenzen, Qualifikationen und Rollen, (2) Vorgehensschritte beziehungsweise Aktivitäten und (3) Methodensammlungen in Form von Methoden, Werkzeugen oder Ressourcen, die in den einzelnen Aktivitäten eingesetzt werden (Hambach, 2004b). Eine ausführlichere Darstellung über Vorgehensmodelle ist beispielsweise bei Gnatz (2005) oder Fritzsche und Keil (2007) zu finden.

Informatik und Softwaretechnik

Vorgehensmodelle stammen generell aus dem *Software Engineering* und lassen sich in die Kategorien (1) sequenzielle, (2) prototypische, (3) wiederholende sowie (4) wiederverwendungsorientierte Modelle unterteilen (Bunse & Knethe, 2008; Balzert, 2008).

Sequenzielle Vorgehensmodelle. Typische Vertreter dieser Familie sind die Phasen-, Wasserfall- und Schleifenmodelle. Das originäre Phasenmodell wurden 1956 zum ersten Mal veröffentlicht und wird seither stetig weiterentwickelt und verbessert. Das Wasserfallmodell teilt den Gesamtprozess der Entwicklung in verschiedene, sequenziell aufeinander folgende Phasen ein. Jede Phase wird durch Aktivitäten, Ergebnisse und Vorgaben definiert. Das in den 1970er Jahren von Royce (1970) entwickelte Wasserfallmodell wurde erweitert und die eigentlich sequenziellen Phasen können mittlerweile auch parallel abgearbeitet werden, womit eine effizientere Arbeitsteilung gewährleistet ist. Die ersten Modelle waren noch ohne Rückschrittoption in eine abgeschlossene Phase. mittlerweile gibt es die Möglichkeit, auch abgeschlossene Phasen aufgrund von Änderungen wieder zu bearbeiten. Das Wasserfallmodell wird heute nur in bestimmten Anwendungsgebieten eingesetzt (Schatten et al., 2010).

Prototypische Vorgehensmodelle. Dieses Vorgehensmodell lehnt sich an das Phasen-, Wasserfall-, Schleifenmodell an, verfügt aber zusätzlich noch über Prototypen in den unterschiedlichen Produktionsphasen. Die Entwicklung der Prototypen dient dem besseren Verständnis der Anforderungen des Kunden und um im frühen Stadium des Projektes bereits eine bessere Spezifikation zu erreichen (Fritzsche & Keil, 2007). Dadurch erhalten die Entwickler eine erste Vorstellung des Endproduktes und kommen somit einem zufriedenstellenden Ergebnis frühzeitig näher. Zusätzlich wird das Risiko minimiert, an den Kundenwünschen vorbei zu entwickeln. Außerdem können Elemente leichter identifiziert werden, die in der eigentlichen Programmierung viel Zeit und somit Kosten verursachen würden (Dix, Finlay, Abowd, & Beale, 2003). Die Prototypen können auf unterschiedliche Art und Weise ausgewertet und verarbeitet werden. Aufgrund der verschiedenen Möglichkeiten erhalten die Kategorien beim Prototyping ihren Namen. Ein spezieller Typ eines Prototyps ist der Throw-away-Prototyp. Zuerst wird ein Prototyp entwickelt und die Erfahrungen aus dem Entwicklungsprozess fließen in die kommende Entwicklung der weiteren Prototypen wieder mit ein. Der Prototyp an sich wird verworfen (Fritzsche & Keil, 2007). Ein gegensätzliches Verfahren stellt der evolutionäre Prototyp dar. Hierbei wird der produzierte Prototyp nicht verworfen, sondern in verschiedenen Phasen immer weiter entwickelt (Fritzsche & Keil, 2007; Gnatz, 2005). Der Endbenutzer ist in allen Phasen mit eingebunden. Eine Besonderheit ist, dass die Spezifikation, der Entwurf und die Implementierung sich überschneiden (Fritzsche & Keil, 2007).

Inkrementelle, evolutionäre, rekursive und iterative Verbesserungsmodelle. In schrittweiser (iterativ), zunehmender (inkrementell), sich entwickelnder (evolutionär) und teilweise rekursiver Abarbeitung von Schritten gelangt ein Projekt durch die Verwendung einer oder mehrerer genannter Eigenschaften zum Ziel. Die inkrementelle Entwicklung vereint die Vorteile aus dem Wasserfallmodell und der evolutionären Entwicklung durch langfristige Planbarkeit und Berücksichtigung von Feedback bei der Entwicklung. Die Anforderungen werden möglichst früh und vollständig erfasst. Es entsteht eine Grobarchitektur, auf deren Basis das Produkt sukzessive realisiert wird (Gnatz, 2005). Der bekannteste Vertreter aus dieser Kategorie von Vorgehensmodellen ist das Spiralmodell nach Boehm (1988), das tatsächlich alle Eigenschaften vereint: Durch wiederholte Durchläufe aller Phasen mit der Produktion von Prototypen und Anpassungen des Modells in jeder Phase ist das Spiralmodell sehr flexibel (Boehm, 1988; Leuchter & Urban, 2004).

Didaktik und E-Learning

Nach Ateveh und Lockmann (2006) besitzen traditionelle Vorgehensweisen bei der Kursentwicklung eine Tendenz, Materialien für spezifische Lernsituationen, Lernziele oder Lehr-/Lernstrategien zu erstellen. Hierbei werden Inhalte, didaktische und technische Aspekte untrennbar miteinander verbunden, wobei zumeist ein Aspekt dominiert. Ein bekanntes Beispiel hierfür ist das Instruktionsdesign (ID), das von Gagné geprägt ist. Nach Gagné gibt es nicht die eine richtige Lehrmethode, sondern es kann durch eine geschickte und gute Mischung von verschiedenen Lernaufgaben eine offene Lernumgebung gestaltet werden, die dem Lernen förderlich ist. Diese Lernumgebung sollte auf die unterschiedlichen Voraussetzungen und persönlichen Vorbedingungen der Lernenden angepasst sein (Arnold 2005; Schulmeister, 2002). Lehrinhalte werden formal behandelt und in Kategorien wie Fakt, Begriff, Konzept oder Prozedur unterteilt, und verschiedene Inhalte fordern andere Lehrmethoden bei der Inhaltsvermittlung: Die Lehrziele sind möglichst konkret und bereits im Voraus definiert (Kerres, 2013).

Das prozessorientierte Vorgehen beim E-Learning hat bisher den Fokus auf den Lernprozess und die Darbietung des adäquaten Lerninhaltes aufgrund des Lernfortschrittes des Lernenden gelegt (Lin, Ho, Sadiq, & Orłowska, 2002; Schmidt, 2004). Die prototypische Entwicklung eines Systems, das den Lernenden im Prozess des Lernens unterstützen soll, ist bei Cesarini, Milano, Monga und Tedesco (2004) beschrieben, allerdings steht hier wiederum der Lernprozess und nicht der Produktionsprozess im Vordergrund.

ADDIE. Inzwischen gibt es Vorgehensmodelle für unterschiedliche Anforderungen oder Rahmenbedingungen (Chan & Robbins, 2006; Kerres, 2013), die eine ähnliche Grundstruktur aufweisen und unter dem Akronym ADDIE in der Literatur zu finden sind (Kerres, 2013). ADDIE steht für *Analyze* (was soll gelernt werden), *Design* (wie soll gelernt werden), *Develop* (Inhalte erstellen), *Implement* (fertigstellen) und *Evaluate* (Bewertung des Lernerfolgs) (Chan & Robbins, 2006). Obwohl ADDIE auf den ersten Blick linear aussieht, handelt es sich um eine sequenzielle Vorgehensweise (Chan & Robbins, 2006; Forest, 2014), die ein Feedback auf jeder Stufe ermöglicht (Chan & Robbins, 2006). ADDIE ist ein allgemeines Vorgehensmodell und daher offen für verschiedene lehr- und lerntheoretische Positionen (Kerres, 2013). Inzwischen gibt es Vorgehensmodelle, die speziell auf die Produktion von E-Learning-Inhalten abzielen

(z. B. Hambach, 2004b, 2008; Klein, 2002; Weichelt, 2004). Beispielhaft wird das Vorgehensmodell *Rapid eLearning Authoring and Development Model* (RELAD) (Punyabukkana, Sowanichakul, & Suchato, 2006) erläutert.

RELAD. Das Vorgehensmodell RELAD (Punyabukkana et al., 2006) hat als Ausgangspunkt die Kritik an ADDIE und seine lange Entwicklungszeit von Produkten. RELAD will mit neuen Autorenwerkzeugen zur Erstellung von E-Learning-Lernressourcen dieser Kritik entgegenwirken und mit den Autorenwerkzeugen die Zeit zur Herstellung von E-Learning-Lernressourcen optimieren. Kritisiert wird das ADDIE-Modell aufgrund der Schwächen, die auch das Wasserfallmodell aufweist: Die Entwicklung findet sequenziell statt und am Ende wird eventuell festgestellt, dass die Endprodukte nicht den Erwartungen entsprechen. Zu viel Zeit wurde für das Storyboard investiert. Daher verwendet RELAD ein Online-Autorenwerkzeug, um Schritt für Schritt die einzelnen Frames zu produzieren. Das Vorgehensmodell setzt voraus, dass Flash zur Entwicklung der Inhalte verwendet wird. Flash ist framebasiert aufgebaut und aus diesem Grund auch das Autorenwerkzeug von RELAD. Dadurch werden die Phasen aus dem herkömmlichen ADDIE-Modell zu einer Phase fusioniert und gewährleisten eine effizientere Entwicklung. In einer Gegenüberstellung der beiden Vorgehensmodelle RELAD und ADDIE wird ein Kostenmodell aufgeführt, in dem RELAD für die Produktion von insgesamt 230 Frames ca. 21 Tage benötigt, ADDIE hingegen für die gleiche Anzahl an Frames 146 Tage (Punyabukkana et al., 2006).

1.2 Objekte für das E-Learning

Im Bereich E-Learning gibt es, wie bereits beschrieben, viele Facetten und Dimensionen. Die vorliegende Arbeit setzt den Fokus auf die Inhalte im E-Learning und hierbei auf die Entwicklung von multimedialen Anwendungen für das Lehren und Lernen. Diese Anwendung kann ein kleiner Text, eine Kombination von Text und gesprochener Sprache oder ein kompletter Kurs sein. Für eine Kategorisierung und Spezifizierung der Lernressourcen von multimedialen Anwendungen werden zuerst Organisationen aus dem Internet herangezogen und deren Interpretationen von Objekten im Medienbereich untersucht. Gerade im Bereich E-Learning haben sich etliche Organisationen gegründet und etabliert, die durch Standards und Normen die Interoperabilität der E-Learning-Inhalte gewährleisten. Daher werden danach überblicksartig die spezielleren Standards aus dem Bereich E-Learning analysiert, um sich dann dem Standard SCORM im darauffolgenden Abschnitt in der Tiefe zu widmen. Im Anschluss erfolgt ein Beispiel aus der Praxis zur Verdeutlichung der Standards und deren Funktion und Anwendbarkeit im Bereich E-Learning.

1.2.1 Medienobjekte im Kontext von Internetorganisationen

Damit es möglich ist, eine standardisierte Kommunikation bei unterschiedlicher Hardware zu gewährleisten, müssen einige technische Absprachen vorgenommen werden. Diese Absprachen beziehungsweise Richtlinien werden von Organisationen entwickelt, auf dessen Grundlage dann Programmierer Software wie einen Browser oder Webserver entwerfen. Diese Non-Profit-Organisationen regeln in sogenannten *Request of Comments* (RFC) Standards und beschreiben unterschiedliche Medientypen im Internet, wie diese zu definieren sind und welche Eigenschaften sie besitzen (Meinel & Sack, 2004).

Die Organisation *Internet Assigned Numbers Authority* (IANA) unterscheidet zwischen den Medientypen (oder auch MIME Media Types) *application, audio, example, image, message, model, multipart, text* sowie *video* und ordnet den Medientypen die jeweiligen Formate zu (IANA, 2015a). Findet bei IANA lediglich eine Zuordnung der Formate zu einer bestimmten Abkürzung statt, so gehen die RFC-Beschreibungen der *Internet Engineering Task Force* (IETF) weiter. Die RFCs waren in den Anfängen tatsächlich als Aufforderung zu einer Diskussion gedacht. Mittlerweile sind es verbindliche Richtlinien, die von Industrie und Institutionen sehr

ernst genommen werden. Eine RFC ist immer gültig, bis sie von einer neuen überschrieben oder angepasst wird. Das bedeutet, dass die RFCs nicht geändert werden (Hoffman & Harris, 2006; IANA, 2015b). Neben den offiziellen Themen tauchen in den RFCs auch manchmal humorvolle Abhandlungen auf, wie über die Übertragung von Datenpaketen per Brieftaube – leider gescheitert an den langen Ping-Antwortzeiten von ca. 45 min (Waitzman, 1990). Aber auch ernstere Themen, wie der Nachruf auf den Mitbegründer der RFCs Jon Postel, sind Inhalt der RFCs (CERF, 1998). Solche Informationen werden dann im *Status of this Memo* als Nicht-Standard und lediglich informatives RFC deklariert.

In der RFC 4288 der IETF wird zwischen den Medienobjekten (1) *Text Media Types* mit der Unterscheidung zwischen *plain text* und *rich text*, (2) *Image Media Types*, (3) *Audio Media Types*, (4) *Video Media Types*, (5) *Application Media Types*, (6) *Multipart and Message Media Types* und (7) *Additional Top-level Types* unterschieden (Freed & Klensin, 2005). Eine detaillierte Beschreibung der Medientypen findet sich im Anhang A.

Das *World Wide Web Consortium* (W3C) nennt an unterschiedlichen Stellen Medientypen – innerhalb der Beschreibung von *Cascading Style Sheets* (CSS) unterscheidet das W3C auf der einen Seite zwischen Medientypen und auf der anderen Seite zwischen inhaltlichen Elementen. Bei den inhaltlichen Elementen verweist das W3C wiederum auf die RFCs. Die Medientypen sind die Endgeräte, auf denen der Inhalt letztendlich dargestellt wird. Das W3C kennt die Endgeräte *all*, *aural*, *braille*, *embossed*, *handheld*, *print*, *projection*, *screen*, *tty* sowie *tv* (W3C, 2015a, 2015b). Eine Definition der Endgeräte und deren Bedeutung sind wiederum im Anhang A zu finden. Die inhaltlichen Elemente beim W3C beschränken sich auf *text/html*, *application/xhtml+xml*, *application/xml* und *text/xml*. In den Beschreibungen der Elemente greift das W3C auf RFCs zurück. Das W3C definiert zusätzlich die *Synchronized Multimedia Integration Language* (SMIL), eine Sprache, die für die Synchronisierung von Audio, Video, Text und anderen Medienobjekten verantwortlich ist. SMIL unterscheidet gerade bei den Video-Medienobjekten noch mehr als die RFCs und benennt hier die Medienobjekte folgendermaßen: *animation*, *audio*, *img*, *text*, *textstream* und *video*. Die bisher unbekannten Medienobjekte *animation* und *textstream* sind im Anhang A beschrieben. Die anderen Medienobjekte decken sich mit den Beschreibungen aus den RFCs (W3C, 2015c).

Tabelle 1.1 Zusammenfassung der Medientypen nach IANA, RFC und dem W3C

IANA	IETF	W3C SMIL
text	text (plain text und rich text)	text, textstream
image	image	img
audio	audio	audio
video	video	video, animation
application	application	n.a.
multipart	multipart and message	n.a.
message	additional top-level types	n.a.
model	n.a.	n.a.
example	n.a.	n.a.

Tabelle 1.1 zeigt eine Zusammenfassung der unterschiedlichen Medientypen und welche Organisation eine Beschreibung für die einzelnen Medientypen liefert. Die wichtigsten Medienobjekte sind *Text*, *Audio*, *Image*, *Application* und *Video*. Diese werden bei allen Organisationen berücksichtigt. Daher sollen diese Medienobjekte in Abschnitt 2.2 in Verbindung mit ihrem Anwendungsgebiet genauer vorgestellt werden.

1.2.2 Standards im Bereich E-Learning

Im E-Learning gibt es mittlerweile eine große Anzahl an Lernmanagementsystemen, die zur Verwaltung diverser Daten wie Kursdaten, Teilnehmerinformationen, Lernressourcen und zur Präsentation der Lernressourcen verwendet werden. Um eine hohe Flexibilität bei den entwickelten Lernressourcen bezüglich des verwendeten Lernmanagementsystems zu gewährleisten, wurden für die Interoperabilität in den letzten Jahren diverse Standards entwickelt. Standardisierung im Bereich E-Learning ist ein verwirrendes und unübersichtliches Spezialgebiet (Stracke, 2007). Häufig fehlt eine praxisnahe Orientierung. Entwickler von E-Learning-Produkten können dadurch nur schwer die Standards verwenden und einsetzen (Jungmann, 2004). Dennoch lohnt sich ein Überblick über die diversen Organisationen mit ihren Schwerpunkten und ein Blick in die Entwicklungsgeschichte der Standards.

Standards – im Deutschen häufig mit *Norm* übersetzt – sind immer öffentlich zugänglich. Es existieren zwei Organisationen, die Standards verabschieden können: die *International Organization for Standardization* (ISO) und die *International Electrotechnical Commission* (IEC). Spezifikationen dagegen sind von anderen Standardorganisationen und -initiativen entwickelt und nicht immer öffentlich zugänglich (Stracke, 2007). Die ISO ist eine nichtstaatliche Organisation, der ca. 160 nationale Standardisierungs-Institutionen angehören, sie entwickelt Standards für alle Gebiete. Sie ist nicht wie die IEC auf die Entwicklung von Standards im Bereich der elektronischen Technologien begrenzt (Scherff, 2007).

Instructional Management System (IMS) und *Open University of the Netherlands (OUNL)*. Die Ziele dieses Konsortiums sind die Entwicklung von technischen Spezifikationen für die bessere Austauschbarkeit von Lerntechnologien. Das amerikanische Konsortium hat bereits einige Spezifikationen hervorgebracht, die nur den Mitgliedern aus den Bereichen der Industrie, Endanwendern und der Regierung bereitgestellt werden. Die fünf relevantesten Spezifikationen der IMS sind in Tabelle 1.2 aufgeführt. Die OUNL trägt mit der *Educational Modelling Language (EML)* zur Entstehung eines Metamodells durch die Spezifikationen von Metadaten bei. Lernobjekte sollen durch die Beschreibung der Metadaten in einen didaktischen Kontext integriert werden (Baumgartner, Häfele, & Maier-Häfele, 2002b). Diese Spezifikationen werden über das IMS an das *Institute of Electrical and Electronics Engineers/Learning Technology Standards Committee* (IEEE/LTSC) eingereicht (IMS Global Learning Consortium, 2015).

Tabelle 1.2 Die Standards der IMS strukturiert nach Stracke (2007)

Bezeichnung	Standardkategorie	Thema	Gegenstand
Content Packaging	Konzeption	Lerninhalt	Lernressource
Learner Information Package	Konzeption	Pädagogik Didaktik	Rollen
Learning Design	Konzeption	Pädagogik Didaktik	Methoden
Question and Test Interoperability	Konzeption	Pädagogik Didaktik	Lernsystem
Simple Sequencing	Konzeption	Pädagogik Didaktik	Lernsystem

Advanced Distributed Learning (ADL). Die ADL wurde von einem Teil des Verteidigungsministeriums der USA gegründet und ist dadurch eine Behörde ohne Mitglieder. Die Spezifikationen

werden intern generiert und sind erst nach der Veröffentlichung für die Allgemeinheit einsehbar. Dadurch kann der Inhalt der Spezifikation erst in einem sehr späten Stadium kommentiert und reflektiert werden. Eine der wichtigsten Spezifikationen der ADL ist das *Shareable Content Object Reference Model* (SCORM), eine Fusion von verschiedenen Standards (ADL, 2015).

Aviation Industry Computer Based Training Committee (AICC). AICC war eine Non-Profit-Organisation mit dem Ziel, verschiedene Zielgruppen, wie Trainer, Kursentwickler und Industrie, zusammenzubringen und Standards zu entwickeln. Die Organisation existierte bis 2014 (ADL-AICC, 2015). Die AICC stellte Richtlinien für die Entwicklung von E-Learning im Bereich der Luftfahrt zur Verfügung. Diese Richtlinien wurden an die Arbeitsgruppe 11 des IEEE/LTSC (Computer Managed Instruction) weitergegeben (Roth, 2008). IEEE 1484.11.1 und IEEE 1484.11.2 basieren jeweils auf Richtlinien der AICC. IEEE 1484.11.1 hat als Grundlage *CMI Guidelines for Interoperability* und IEEE 1484.11.2 verwendet die Richtlinie *CMI Guidelines for Interoperability* (Stracke, 2007).

Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe (ARIADNE). ARIADNE ist eine europäische Vereinigung und liefert wie die IMS-Spezifikationen an die IEEE/LTSC. Die Spezifikationen beziehen sich hauptsächlich auf *Learning Object Metadata* (LOM), ein Standard zur Beschreibung von Lernobjekten durch Metadaten (ARIADNE, 2015).

1.2.3 Der Standard SCORM im Detail

Die meisten Standards verfolgen das Ziel, eine Austauschbarkeit von Lernressourcen und anderen Daten zwischen unterschiedlichen Lernmanagementsystemen zu garantieren. Unter den unterschiedlichen Standards und entwickelten Modellen sticht ein Referenzmodell durch seinen prozessorientierten Ansatz hervor – das Referenzmodell *Shareable Content Object Reference Model* (SCORM). Im Vergleich zu den anderen Standards geht SCORM beispielsweise mit seinem *Aktivitätsbaum* einen Schritt weiter Richtung Prozessunterstützung (Santoro, Borges, & Santos, 2003). Aus diesem Grund werden die grundlegenden Konzepte von SCORM mit den wichtigsten SCORM-internen Begriffen in diesem Abschnitt erläutert.

SCORM fusioniert diverse Standards und vereinigt deren Eigenschaften, sodass eine Implementation entsteht, die von E-Learning-Entwicklern in der Praxis verwendet werden sollte. In der aktuellen vierten Fassung von SCORM 2009 (ADL, 2014a) wurden seit der Version SCORM

2004 3rd Edition aus dem Jahr 2006 nur wenige Veränderungen vorgenommen. Neben vier neuen Funktionen wurden hauptsächlich Fehler bereinigt und unklare Stellen verbessert (Rustici, 2009). Das Referenzmodell setzt sich aus drei verschiedenen, voneinander unabhängigen Büchern zusammen: *Content Aggregation Model* (CAM), *Run Time Environment* (RTE) und *Sequencing and Navigation* (SN) (ADL, 2014b). Die Kollektion und Integration mehrerer Standards und Spezifikationen wurden in den sogenannten *Technical Books* zusammengefasst. Abbildung 1.2 zeigt eine Übersicht der drei Bücher und welche Standards und Spezifikationen in den Büchern wiederzufinden sind (ADL, 2006).

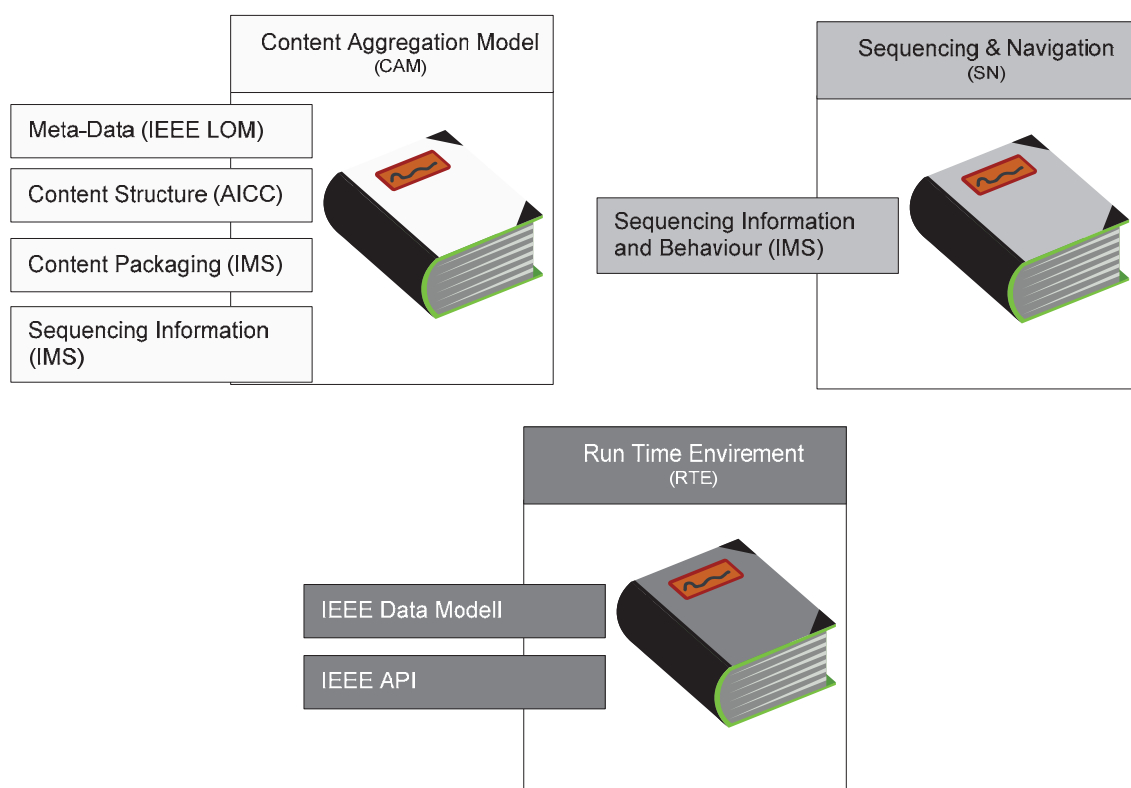


Abbildung 1.2 Überblick der SCORM-Bücher,
angelehnt an ADL (2006)

Content Aggregation Model (CAM). Das CAM-Buch beschreibt Typen von Inhaltselementen, die verwendet werden, also die eigentlichen Lernressourcen und deren Zusammenstellung in Paketen und wie sie im Fall einer Portierung auf eine andere Lernplattform gepackt werden sollen. Dieses Buch gewährleistet eine konsistente Benennung, Aufteilung, Speicherung sowie

den Austausch von Lerninhalten. Die Lerninhalte werden zusammen mit einer XML-Datei, welche die Struktur der Lernobjekte aufweist, gespeichert (ADL, 2009a).

Run Time Environment (RTE). In diesem Buch wird festgelegt, wie die Lerninhalte dem Lernenden präsentiert werden (*Modul Launch*) und es findet eine Kommunikation zwischen den SCOs und der Lernplattform statt. So können Informationen über Lernergebnisse und Resultate aus Tests oder Übungen ausgetauscht werden (*Modul API*). Im sogenannten Data Model werden Fachbegriffe definiert, um die Kommunikation zwischen dem SCO (*Shareable Content Object*) und der Lernplattform zu gewährleisten. Die Übermittlung eines Testergebnisses würde im *RTE Modul Data Model* beispielsweise `cmi.score.scaled` lauten (ADL, 2009b).

Sequencing and Navigation (SN). Im Buch *Sequencing and Navigation* wird festgelegt, in welcher Reihenfolge bestimmte Lernaktivitäten ablaufen sollen. Bestimmte Lernaktivitäten und Lerninhalte werden dem Lernenden zu zuvor definierten Zeitpunkten dargeboten und aufgrund der Auswahl einiger Aktivitäten in Korrespondenz mit dem Lernmanagementsystem immer wieder angepasst. Grundlage hierbei ist ein Activity Tree, der alle Lernaktivitäten widerspiegelt (ADL, 2009c).

Asset. Ein Asset ist eine einfache Medieneinheit, aus der eine Lernressource bestehen kann. Assets sind digitale Repräsentationen von Medien, wie beispielsweise Texte, Bilder, Audiobeiträge, aber auch Einheiten zur Bewertung der Lernenden wie Aufgaben und Tests (ADL, 2009a). „Assets are an electronic representation of media, such as text, images, sound, assessment objects or any other piece of data that can be rendered by a Web client and presented to a learner“ (ADL, 2009a, CAM2-3). Eine Homepage kann ebenso Bestandteil einer Lernressource sein, wie eine Audiodatei, Bilder in unterschiedlichen Formaten sowie XML-Elemente oder weitere HTML-Fragmente.

Sharable Content Object. Diese kleinste inhaltliche Einheit kann aus mehreren Assets bestehen. Diverse Assets als SCO zusammengefasst bilden die kleinste Lerneinheit, die von einem LMS verfolgt werden kann (ADL, 2009a). Die Größe eines SCOs wird von SCORM nicht festgelegt. Sie kann von einem Einzeiler bis hin zu vielen Bildern mit Texten verknüpft variieren. Die verwendete Größe eines SCOs muss während der Entwicklung einer Lerneinheit festgelegt werden und eine logische Einheit darstellen. Der wesentliche Unterschied zu einem Asset besteht darin, dass ein Asset nicht mit dem LMS über die RTE kommunizieren kann, wohingegen

ein SCO mit der RTE im LMS verfolgt werden kann. Um eine erhöhte Wiederverwendbarkeit zu erreichen, sollte eine SCO unabhängig vom Lernziel oder der Zielgruppe der Lernenden sein.

Das Referenzmodell SCORM bezieht sich in seinen Beschreibungen der Lerninhalte nie auf die Praxis, sondern beschreibt die Lerneinheiten auf einer abstrakten Ebene, ohne Hinweise darauf zu geben, aus welchen Komponenten tatsächlich beispielsweise ein Lernobjekt besteht. Aus diesem Grund haben sich Initiativen wie MASIE entwickelt, um SCORM eine praktische Einbettung zu liefern und die abstrakt beschriebenen Begriffe an einem greifbaren Projekt zu verdeutlichen (vgl. Kapitel 1.2.4).

1.2.4 Das Autodesk-Learning-Modell nach MASIE

Das *MASIE Center* ist ein Konsortium von 252 Organisationen, geleitet von Elliott Masie. Mitglieder sind Firmen aus den unterschiedlichsten Bereichen, wie *Walmart*, *British Airways* und *American Express*. Innerhalb des Konsortiums tauschen die Mitglieder Erfahrungen über beispielsweise Lernmanagementsysteme aus, arbeiten bei Umfragen zusammen oder organisieren Konferenzen. Das Konsortium hat einen praktischen Bezug. Vor diesem Hintergrund ist auch der Bericht über Standards und Spezifikationen entstanden (The MASIE Center, 2003). Um die verwirrenden Standards mit Leben zu füllen und für Entwickler zugänglicher zu machen, hat das Konsortium Informationen gesammelt, die als Arbeitshilfen gedacht sind. In diesem Bericht weist MASIE neben einer Zusammenfassung aller Organisationen, die sich mit Standards befassen, die 11 größten Mythen im Kontext von LOM auf und gibt gute Praxisbeispiele, wie die Standards von Firmen sinnvoll genutzt werden. Die Mythen reichen von der Meinung, dass manche Daten verpflichtend anzugeben seien, bis dazu, dass ein Satz an Metadaten nur einen Zustand kenne und dieser Zustand, wenn einmal angegeben, nicht mehr geändert werden kann (The MASIE Center, 2003, 2015).

Innerhalb des Berichtes wird ein eigenes Modell zum besseren Verständnis und zur Vereinheitlichung der diversen Definitionen von Lernobjekten definiert. Ein Lernobjekt (LO) wird nach MASIE wie folgt beschrieben: „A Learning Object is a selfstanding, discrete piece of instructional content that meets a learning objective“ (The MASIE Center, 2003, S. 42). Ein Lernobjekt ist also die kleinste Lerneinheit, die genau ein Lernziel erfüllt. Um ein Lernobjekt in seiner Eigenschaft besser erfassen zu können, wird im Bericht darauf hingewiesen, dass das

Lernobjekt im Kontext eines übergreifenden konzeptionellen *content object model* betrachtet werden sollte, das auf hierarchisch aufgebauten und fein granulierten Inhaltselementen basiert. Durch die Inhaltselemente (*Assets*) können je nach Kontext individuelle Lernobjekte zusammengefügt werden. Dadurch kann das Lernobjekt an die Bedürfnisse der Lernenden angepasst und zur richtigen Zeit mit dem richtigen Medium präsentiert werden: „Each content asset is selected and assembled to match the unique needs of each person and situation, then presented just the right way, in just the right medium, at just the right time“ (The MASIE Center, 2003, S. 44). Im Bericht wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass durch den Einsatz von LOs ein neues Paradigma eingeführt werde, da nun nicht mehr die Lektion ein Lernziel verfolgt, sondern bereits das LO ein Lernziel aufweisen kann. Dadurch werden Lernziele auf kleinere Einheiten angewandt und MASIE sieht in diesem Wandel und Einführung der LOs sogar das Potenzial, das Lernen zu revolutionieren (The MASIE Center, 2003).

MASIE beschreibt mehrere *Case Studies* zum Thema Lernobjekt und wie Firmen in realen Projekten das Lernobjekt in der Praxis definiert haben. Die Aufteilung der 3D-Softwarefirma Autodesk gibt einen guten Einblick in die praktische Umsetzung von Assets, SCOs und andere Elemente aus dem Standard SCORM. Autodesk unterscheidet in seinem *Learning Object Content Model* zwischen *Raw Content*, *Reusable Information Object*, *Learning Object*, *Lesson* und *Course*. Abbildung 1.3 zeigt eine Übersicht, wie sie von Autodesk definiert wurde, mit deutschen Übersetzungen für die Begriffe (The MASIE Center, 2003).

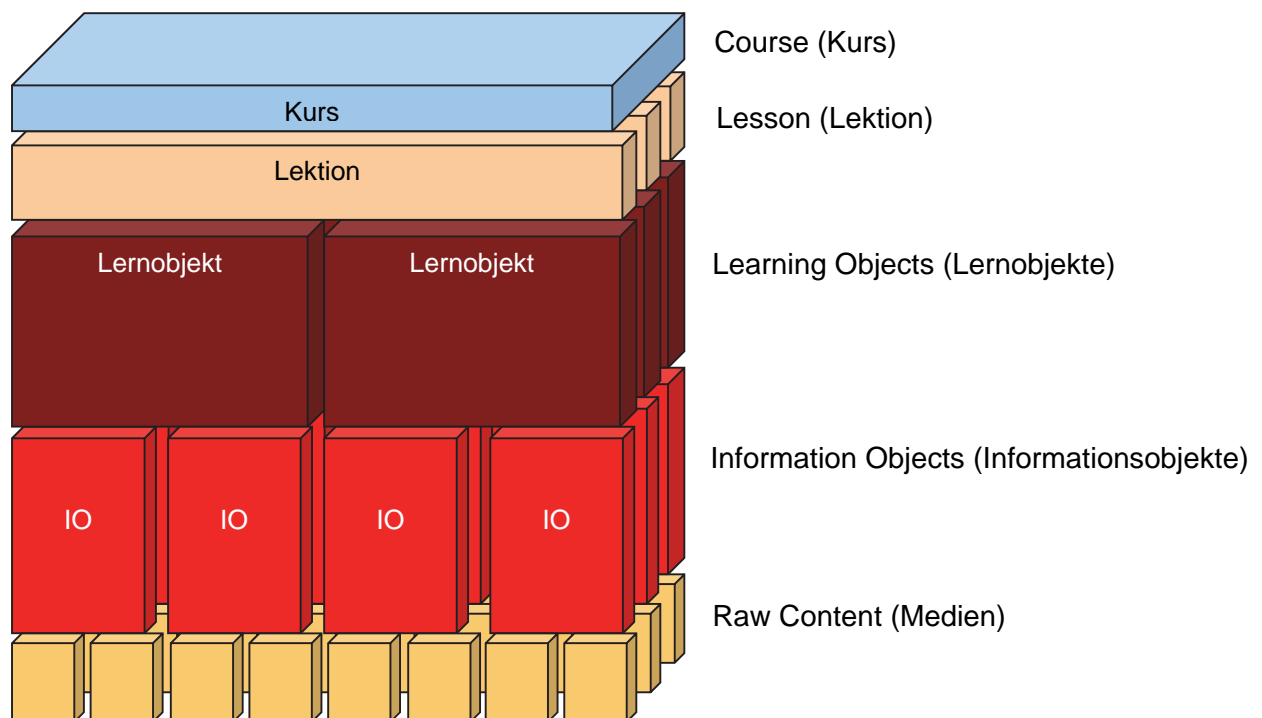


Abbildung 1.3 *Learning Object Content Model* von Autodesk, angelehnt an The MASIE Center (2003)

Medien (Raw Content). Die von MASIE als *Raw Content* bezeichneten Medien sind die kleinsten Einheiten. Sie bestehen aus Elementen wie Text in Form eines einzelnen Satzes oder Paragraphen, Audio, Bilder, Animation und Video (The MASIE Center, 2003).

Informationsobjekte (Reusable Information Objects). Das Informationsobjekt kann bereits wiederverwendet werden und kombiniert diverse Medienobjekte. Es stellt einen *Chunk* an Informationen dar und könnte beispielsweise nach dem Modell von R. E. Horn aufgebaut sein (The MASIE Center, 2003). Horn entwickelte in den 1970er Jahren ein Modell zur verbesserten Zusammenfassung und Darstellung von Informationen (Weber, 2008).

Lernobjekte (Learning Object). Das Lernobjekt ist nach dem Modell von Autodesk ein Objekt, das der 7 +/- 2-Methode nach Miller (1956) folgen kann und genau ein Lernziel verfolgt. Die Informationsobjekte sind Bestandteil der Lernobjekte, wobei Autodesk als Grundlage für seine Lernobjekte das *Content Object Model* verwendet.

Lektion (Lesson). Die Lektion ist eine Kollektion von verschiedenen Lernobjekten. Aus vielen Lektionen entsteht letztendlich ein Kurs.

Kurs (Course). Der Kurs ist ebenfalls eine Sammlung und besteht aus verschiedenen Lektionen (The MASIE Center, 2003).

Damit die Firma Autodesk effizient neue Kurse und Lernmaterialien entwickeln und produzieren kann, sind die Lernmaterialien in einer Datenbank mit definiertem Metadatenschema erfasst. Die Inhalte lassen sich je nach Medium in ein anderes Format exportieren. Dadurch können mit den gleichen Medien Inhalte für CD-ROMs, Power Point Präsentationen oder Kurse produziert werden.

1.3 Drei Ausgangspunkte für das E-Learning-Engineering

Für das E-Learning-Engineering werden drei verschiedene Modelle und Konzepte als Grundlage zur Entwicklung eines eigenen Vorgehensmodells genommen. Das erste Modell ist das aus dem Militär stammende und in der Industrie eingesetzte Vorgehensmodell V-Modell^{XT}. Das zweite Modell ist das Prozessmodell PAS 1032-1 zur Entwicklung von Bildungsinhalten, das von Praktikern aus unterschiedlichen Bereichen wie Pädagogik und Technik stammt und dadurch ein Gegengewicht zu dem V-Modell^{XT} darstellt. PAS wurde im ELQ-Projekt verbessert und weiterverarbeitet. Aus diesem Grund wird das Projekt ebenfalls kurz im Abschnitt über PAS vorgestellt. Das Kapitel schließt mit allgemeinen Konzepten und Techniken aus den Ingenieurwissenschaften.

1.3.1 Das V-Modell^{XT} aus dem *Software Engineering*

Historie. Der Ursprung zur Entwicklung standardisierter Verfahren und optimierter Prozesse für *Software Engineering* Projekte liegt – wie in einigen vergleichbaren Fällen aus dem Bereich E-Learning (SCORM) – beim Militär. Im Jahre 1986 gab das Bundesministerium für Verteidigung zwei Projekte beim Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung in Auftrag: (1) Softwareentwicklungsumgebung für Informationssysteme (SEU-IS) und (2) Softwareentwicklungsumgebung für Waffen- und Waffeneinsatzsysteme (SEU-WS) (Bröhl & Dröschel, 1995). Das Vorgehensmodell soll bei der Kostenkontrolle in allen Produktionsphasen, der Qualitätssicherung der Software, der Vergleichbarkeit von Angeboten helfen und dadurch eine geringere Abhängigkeit zwischen Auftraggeber und -nehmer gewährleisten. Außerdem trägt das Modell als Standard zur Erhöhung der Transparenz bei eigenständiger Entwicklung von Software bei.

Aus dieser Zeit stammende und aktuelle internationale Prozessmodelle, wie der *Department of Defense Standard 2167A* (DoD STD 2167A) aus den USA oder die *Guerre Air Mer note Technique n° 17* (GAM T 17) aus Frankreich, entsprechen den Anforderungen nach einer Untersuchung nicht. Daher wird eine Eigenentwicklung angestrebt. Die Ergebnisse der Projekte fließen in einen verbindlichen Standard zur Entwicklung, Pflege und Änderung von Software ein und werden durch einen Erlass des Bundesministers für Verteidigung im Februar 1991 offiziell im militärischen Bereich wirksam. Im August 1992 wird eine erste, einheitliche Version des V-Mo-

dells veröffentlicht und vom Bundesministerium des Innern für alle Bundesbehörden empfohlen. Diverse Verbesserungsvorschläge durch gewonnene Erfahrungen führen 1997 zu der Version V-Modell 97. In dieser Version wurde der Einsatz von Fertigprodukten miteinbezogen, die Produktpalette wurde von der reinen Softwareentwicklung auf die allgemeine Systementwicklung erweitert, wodurch auch die Entwicklung von Hardware abgedeckt ist und die Einbeziehung neuer Technologien realisiert wird (Bröhl & Dröschel, 1995).

Im Jahre 2004 wird das V-Modell 97 wiederum aufgrund gewonnener Erfahrungen und Weiterentwicklungen im Bereich Technologie, Methodik und Normen von der Koordinierungs- und Beratungsstelle für Informationstechnik in der Bundesverwaltung des Bundesministeriums des Innern (BMI-KBSt) und vom Bundesamt für Informationsmanagement und Informationstechnik Referat 5 (IT-AmtBw A5) überarbeitet. Das Produkt dieser Verbesserungen ist das V-Modell^{XT}, das mittlerweile in der Version 1.4 vorliegt. Im Folgenden werden die relevanten Merkmale des V-Modell^{XT} vorgestellt und beschrieben².

Der V-Modell^{XT}-Kern

Die Einführung von weiteren Vorgehensbausteinen wendet den Fokus von den im V-Modell 97 noch so dominanten vier Submodellen Projektmanagement (PM), Qualitätssicherung (QS), Systemerstellung (SE) und Konfigurationsmanagement (KM) ab. Im V-Modell^{XT} werden zwar drei der einstigen vier Submodelle Projektmanagement (PM), Qualitätssicherung (QS) und Konfigurationsmanagement (KM) integriert, es kommt zum dem V-Modell-Kern das Änderungs- und Problemmanagement (PAe) hinzu. Der V-Modell-Kern ist Bestandteil jedes V-Modell^{XT}-Projektes. Jeder Projekttyp kann allerdings durch zusätzliche Bausteine erweitert werden. Nicht zum Kern dazugehörend, aber Vorgehensbausteine, die Bestandteil jedes Projektes sein können, sind Kaufmännisches Projektmanagement und Messung und Analyse. Weitere Vorgehensbausteine können in der Systementwicklung sein: Anforderungsfestlegung, Systemerstellung, Hardware-Entwicklung (HW-Entwicklung), Software-Entwicklung (SW-Entwicklung), Logistikkonzeption, Weiterentwicklung und Migration von Altsystemen, Evaluierung

² Die Grundkonzepte des V-Modell^{XT} wie Projektrollen, Projektgegenstand, Projekttyp, Projekttypvarianten, Vorgehensbausteine, Aktivitäten, Rollen, Schnittstellenprodukte und Projektdurchführungsstrategie und Entscheidungspunkte werden im Anhang C beschrieben.

von Fertigprodukten, Benutzbarkeit und Ergonomie, Sicherheit sowie Multi-Projektmanagement. Für die Schnittstelle zwischen Auftraggeber (AG) und Auftragnehmer (AN) sind die Vorgehensbausteine Lieferung und Abnahme (AG), Lieferung und Abnahme (AN), Vertragsschluss (AG) und Vertragsschluss (AN) beschrieben. Für das spätere eigene Vorgehensmodell sind besonders der V-Modell^{XT}-Kern und die Bausteine für die Schnittstelle zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer von Relevanz. Daher werden diese Vorgehensbausteine im Folgenden genauer beschrieben. Die Grafiken wurden insoweit reduziert, als nur die Aktivitäten aus dem V-Modell^{XT} übernommen wurden und nicht die korrelierenden Produkte. Das V-Modell^{XT} besitzt bei einigen Aktivitäten wiederum Unteraktivitäten, die sogenannten Arbeitsschritte, die in den Grafiken, angelehnt an die Abbildungen aus dem V-Modell^{XT}, nicht ersichtlich sind. Diese Arbeitsschritte werden nur im Text genannt (V-Modell^{XT}, 2006).

Projektmanagement. Projektmanagement ist bei großen Produktionen ein essentieller Bestandteil und trägt wesentlich zu einem Projekterfolg bei. Daher ist das Projektmanagement ebenfalls Bestandteil des V-Modell^{XT}-Kerns. Innerhalb dieses Vorgehensbausteins sind die Aktivitäten zum Planen, Koordinieren und Steuern des Projektes definiert. Der Projektleiter beziehungsweise -manager übernimmt teilweise in Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber die Aktivitäten aus der Disziplin Planung und Steuerung (wie *Arbeitsauftrag vergeben, Projektfortschrittsentscheidung herbeiführen, Projekthandbuch erstellen, Projektmanagementstruktur einrichten und pflegen, Projekt planen, Risiken managen* sowie *Schätzung durchführen*). Die Disziplin Berichtswesen beinhaltet die Aktivitäten *Besprechung durchführen, Projekt abschließen, Projektstatusbericht erstellen* und *Projekttagebuch führen* (vgl. Abbildung 1.4). Als wesentliche Produkte aus dem Vorgehensbaustein Projektmanagement zählen im V-Modell^{XT} die Produkte Projekthandbuch, Projektplan, die Risikoliste sowie Produkte aus dem Berichtswesen (V-Modell^{XT}, 2006).

Projekthandbuch erstellen unterteilt sich in die weiteren Arbeitsschritte *Anwendungsprofil erstellen und auswerten, Projektspezifische Anpassung durchführen, Projektdurchführung planen, Projekthandbuch mit allen Projektbeteiligten abstimmen, Projekt-Kick-Off vorbereiten und durchführen* und *Projektspezifische Anpassung zur Projektlaufzeit durchführen* (V-Modell^{XT}, 2006).

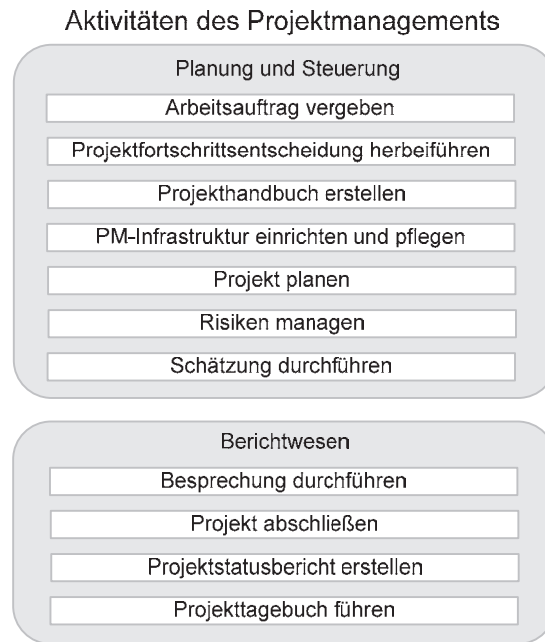


Abbildung 1.4 Aktivitäten des Projektmanagements, angelehnt an V-Modell^{XT} (2006)

Qualitätssicherung. Dieser Vorgehensbaustein regelt die Planung und Durchführung qualitätssichernder Maßnahmen. In einem Qualitätssicherungshandbuch (QS-Handbuch) werden Qualitätsmaßstäbe und Wege zum Erreichen der Qualität dargestellt. Der Bereich der Prüfung hat die Aktivitäten *Nachweisakte führen*, *Dokument prüfen*, *Prozess prüfen*, *Prüfspezifikation Dokument erstellen* und *Prüfspezifikation Prozess erstellen*. Aus dem Berichtswesen gibt es die Aktivität *QS-Bericht erstellen* und die Prüfung und Steuerung hält die Aktivität *QS-Handbuch erstellen* bereit (vgl. Abbildung 1.5). Die Aktivität *QS-Handbuch erstellen* hat die weiteren Aktivitäten *Qualitätsziele und -anforderungen festlegen*, *Prüfumfang festlegen* und *Organisation und Vorgaben festlegen*. *Nachweisakte führen* wird unterteilt in *Nachweisakte anlegen* und *Nachweise beschaffen* (V-Modell^{XT}, 2006).

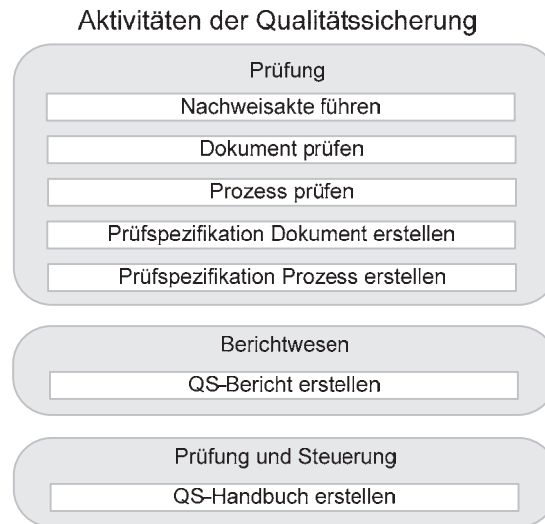


Abbildung 1.5 Aktivitäten der Qualitätssicherung, angelehnt an V-Modell^{XT} (2006)

Konfigurationsmanagement. Zum Konfigurationsmanagement gehören die Aktivitäten *Produktbibliothek einrichten und pflegen* mit den Arbeitsschritten *KM einrichten*, *Zugriffsrechte einrichten und verwalten*, *Produkte initialisieren und verwalten*, *Produkte sichern und archivieren* und *KM-Auswertungen erstellen*. Außerdem die Aktivität *Produktkonfiguration verwalten* mit den Arbeitsschritten *Konfiguration initialisieren und fortschreiben* und *Auslieferungsinformationen dokumentieren* sowie aus dem Bereich der Prüfung die Aktivitäten *Produktkonfiguration prüfen* und *Prüfspezifikation Produktkonfiguration erstellen*. Basis des Konfigurationsmanagements ist eine Produktbibliothek, die alle innerhalb eines V-Modell^{XT}-Projektes entstandenen Produkte verwaltet. Vorgaben zur Dateiablagestruktur, zur Namenkonvention, zur Fortschreibung von Versionen und zur Art der Bearbeitungszustände innerhalb der Produktbibliothek werden im Projekthandbuch definiert und gemäß dem Projektplan durchgeführt und angewandt. Nach Erreichen eines Entscheidungspunktes beziehungsweise von projektspezifischen Meilensteinen entsteht im Sinne des V-Modell^{XT} immer eine neue Produktkonfiguration (vgl. Abbildung 1.6).

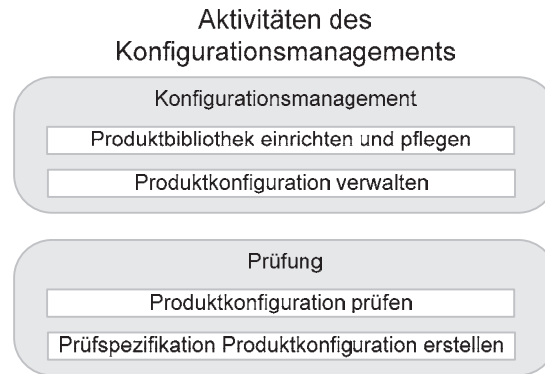


Abbildung 1.6 Aktivitäten des Konfigurationsmanagements, angelehnt an V-Modell^{XT} (2006)

Problem- und Änderungsmanagement. Das Problem- und Änderungsmanagement besteht aus den Aktivitäten *Änderungen beschließen*, *Änderungsstatusliste führen*, *Problemmeldung/Änderungsantrag bewerten* sowie *Problemmeldung/Änderungsantrag erstellen*. *Änderungsstatusliste führen* hat die Arbeitsschritte *Änderungsanforderungen registrieren*, *Änderungsanforderungen prüfen* und *Änderungsstatusliste aktualisieren* (vgl. Abbildung 1.7). Das Problem- und Änderungsmanagement im V-Modell^{XT} steht für auftretende Änderungswünsche, Fehler und Probleme im Verlauf des Projektes. Jeder Mitarbeiter kann, falls es während der Erstellung der Dokumente und des Produktes zu einem Problem kommen sollte beziehungsweise eine zuvor definierte Funktionalität nicht erfüllt werden kann, einen Problem- beziehungsweise Änderungsantrag einreichen. Dieser Antrag wird in einer Änderungsliste verwaltet und kann dadurch von allen Beteiligten verfolgt werden. Der Antrag wird durch Personen, die am Prozess der Entwicklung beteiligt sind, und bei Einflüssen auf das Budget unter Einbeziehung des Auftraggebers bewertet. Nicht jedem Antrag wird stattgegeben. Wie das Problem- und Änderungsmanagement ablaufen soll, variiert von Projekt zu Projekt und wird wiederum im Projekthandbuch festgeschrieben. Dort wird dann auch bestimmt, welche Änderungen zu einem Antrag führen (V-Modell^{XT}, 2006).

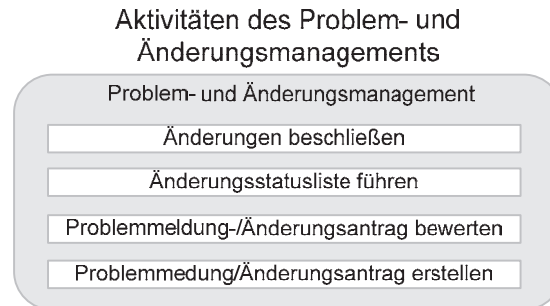


Abbildung 1.7 Aktivitäten des Problem- und Änderungsmanagements, angelehnt an V-Modell^{XT} (2006)

Weitere relevante Vorgehensbausteine aus dem V-Modell^{XT}

Die wichtige Stellung der Auftraggeber-/Auftragnehmersicht und die Kooperation beider Rollen erfordern weitere Vorgehensbausteine aus dem V-Modell^{XT}. Die Vorgehensbausteine Vertragsschluss (AG), Vertragsschluss (AN), Lieferung und Abnahme (AG) sowie Lieferung und Abnahme (AN) sind ebenfalls relevant für die erfolgreiche Vollendung eines Projektes. Aus diesem Grund werden hier die Vorgehensbausteine ebenfalls kurz aufgelistet.

Der Vorgehensbaustein Vertragsschluss (AN) enthält die Aktivitäten *Abnahmeerklärung erhalten*, *Angebot abgeben*, *Vertrag abschließen* und *Vertragszusatz abschließen* jeweils aus Sicht des Auftragnehmers (vgl. Abbildung 1.8).

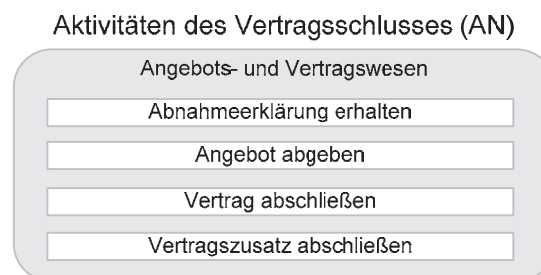


Abbildung 1.8 Aktivitäten des Vertragsschlusses (AN), angelehnt an V-Modell^{XT} (2006)

Der Vorgehensbaustein Vertragsschluss (AG) enthält die Aktivitäten *Angebote bewerten und auswählen*, *Ausschreibung erstellen*, *Ausschreibungskonzept festlegen*, *Kriterienkatalog für die Angebotsbewertung erstellen*, *Vertrag abschließen* und *Vertragszusatz abschließen* jeweils aus Sicht des Auftraggebers (vgl. Abbildung 1.9).

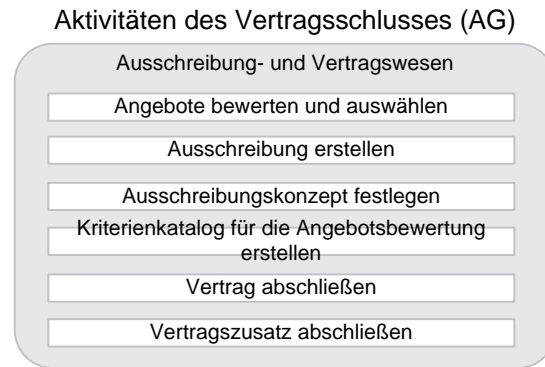


Abbildung 1.9 Aktivitäten des Vertragsschlusses (AG), angelehnt an V-Modell^{XT} (2006)

Der Vorgehensbaustein Lieferung und Abnahme (AG) enthält die Aktivitäten *Abnahmeerklärung ausstellen*, *Lieferung prüfen* und *Prüfspezifikation Lieferung erstellen* aus Sicht des Auftraggebers. *Lieferung prüfen* besteht aus den beiden Arbeitsschritten *(Teil-)Lieferung verifizieren* und *(Teil-)Lieferung validieren*. Die Aktivität *Prüfspezifikation Lieferung erstellen* besteht aus dem Arbeitsschritt *Prüfstrategie konzipieren* (vgl. Abbildung 1.10).

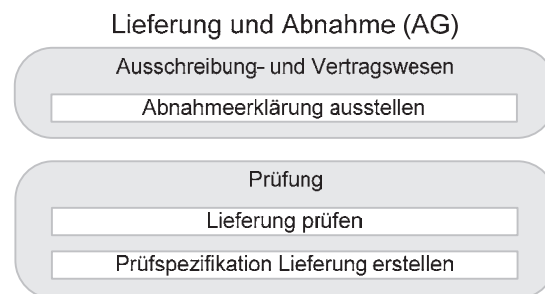


Abbildung 1.10 Aktivitäten der Lieferung und Abnahme (AG), angelehnt an V-Modell^{XT} (2006)

Der Vorgehensbaustein Lieferung und Abnahme (AN) weist lediglich die Aktivität *Lieferung erstellen und ausliefern* auf.

1.3.2 Das Prozessmodell zur Entwicklung von Bildungsinhalten

Die *Public Available Specification* (PAS) vom Normierungsinstitut DIN (PAS 1032-1 und PAS 1032-2) wurde in Zusammenarbeit von Vertretern aus Wirtschaft und Forschung erstellt. Ausgangslage von PAS ist ein Mangel an erhebbaren Qualitätskriterien. Stattdessen sollen die Prozesse zur Erstellung der Lernressourcen so detailliert dokumentiert werden, dass der Prozess an sich qualitativ bewertbar ist (PAS 1032-1, 2004; PAS 1032-2, 2004). PAS 1032-1 besteht aus den Teilen (1) Referenzmodell für die Qualität von Planungs-, Entwicklungs-, Durchführungs- und Evaluationsprozessen von Bildungsangeboten (kurz Referenzmodell zur Prozessbeschreibung) sowie (2) Referenzmodell für die Qualität von E-Learning-Produkten (kurz Referenzmodell für E-Learning-Produkte) (PAS 1032-1, 2004, S. 5). PAS möchte bestehende Ansätze integrieren und dadurch ein „akzeptiertes, harmonisierendes Prozessmodell“ (PAS 1032-1, 2004, S. 5) zur Verfügung stellen. In PAS finden einerseits bereits bestehende Kriterien der ISO Berücksichtigung, wie beispielsweise die Richtlinien der ISO 9241, andererseits der selbst entwickelte Kriterienkatalog zur Produktprüfung, der „eine Reihe von lern- und medienpsychologischen Qualitätskriterien in sieben Kriterienbereichen, die über die ISO 9241 hinausgehen und auf die spezielle Zielsetzung – das Lernen – bezogen sind“ (PAS 1032-1, 2004, S. 5). Die in PAS beschriebenen Referenzmodelle müssen an den jeweiligen Kontext angepasst werden und sind nicht sofort für jedes Projekt anwendbar. Des Weiteren weist PAS zwar auf Projektmanagementmethoden hin, die in den Projekten Anwendung finden sollten, beschreibt diese jedoch nicht. Im Folgenden wird zuerst das Referenzmodell zur Prozessbeschreibung anhand einiger exemplarischer Beispiele beschrieben und danach das Referenzmodell für E-Learning-Produkte, ebenfalls nur durch einige exemplarische Beispiele. Die Definitionen wurden vollständig aus PAS entnommen. Genauso wurde mit den Abkürzungen verfahren.

Referenzmodell zur Prozessbeschreibung

Das Referenzmodell zur Prozessbeschreibung ist in zwei Teile gegliedert, das (1) Prozessmodell, das alle Prozesskategorien und Prozesse beschreibt und grundsätzliche Strukturen und Beziehungen festlegt (PAS 1032-1, 2004), sowie das (2) Beschreibungsmodell, das bestimmt, durch welche Elemente die Prozesse beschrieben werden (PAS 1032-1, 2004). An dieser Stelle

wird zuerst das Beschreibungsmodell erläutert, da einige Begriffe, die im Prozessmodell verwendet werden, im Beschreibungsmodell eine Definition erhalten.

Tabelle 1.3 listet die Elemente auf, mit deren Hilfe das Prozessmodell in PAS beschrieben wird, stellt also das vollständige Beschreibungsmodell dar. Jeder Prozess in PAS weist die Elemente Identifikator, (Prozess-)Kategorie, Prozess, Beschreibung, Beziehung, Teilprozesse, Aspekte, Ziel, Methoden, Ergebnis, Akteur, Bewertung/Kriterien und Verweisungen auf. Die Definitionen der Begriffe können der Tabelle unter dem Punkt Beschreibung entnommen werden.

Tabelle 1.3 PAS-Beschreibungsmodell ohne Beispiele, angelehnt an PAS 1032-1

Element	Beschreibung
Identifikator (ID)	eindeutige alphanumerische Bezeichnung des Prozesses
(Prozess-)Kategorie	Benennung der übergeordneten Prozesskategorie
Prozess	Kurzbezeichnung für den Prozess
Beschreibung	kurze Beschreibung des Prozesses
Beziehung	Darstellung von sachlogischen und/oder zeitlichen Beziehungen zu anderen Prozessen und/oder Prozesskategorien
Teilprozesse, Aspekte	Benennung möglicher Unterteilungen des Prozesses oder besonders zu beachtende Aspekte
Ziel	Beschreibung und Begründung der Zielsetzung eines Prozesses
Methoden	Beschreibung und Begründung der innerhalb des Prozesses eingesetzten Methoden: Vorgehensweise, nach der ein Prozess bearbeitet wird; ggf. Nennung eingesetzter Richtlinien und Verfahrensanweisungen
Ergebnis	erwartete Ergebnisse oder Teilergebnisse des Prozesses
Akteur	Benennung von Personen, Gruppen oder Institutionen, die im Rahmen des Prozesses handeln und das Ergebnis beeinflussen
Bewertung/Kriterien	Bewertung des Prozesses und Kriterien für die Ergebnisse oder Teilergebnisse; Bezug zum Kriterienbereich Produktqualität
Verweisungen	Nennung von Standards (Normen, Standards, Spezifikationen, Richtlinien, usw.), auf die Bezug genommen wird; Beschreibung des Einsatzes; ggf. Begründung, warum im Referenzmodell aufgeführte Verweisungen nicht genutzt werden

Abbildung 1.11 zeigt das komplette Prozessmodell mit allen Prozessen, die in PAS mit dem Beschreibungsmodell definiert werden. Die Prozesse können horizontal und vertikal gelesen

werden. Das Prozessmodell soll keine festgeschriebene Reihenfolge darstellen, sondern die Prozesse sind auf den jeweiligen Kontext zu adaptieren und können daher auch in einer anderen Reihenfolge, als hier dargestellt, abgearbeitet werden.

Horizontal sind die Prozesskategorien Anforderungsermittlung, Rahmenbedingungen, Konzeption, Produktion, Einführung, Durchführung und Evaluation zu sehen. Vertikal sind jeweils die einzelnen Prozesse der Prozesskategorien aufgelistet, also im Fall der Prozesskategorie Anforderungsermittlung die Prozesse Initiierung, Identifikation der Stakeholder, Zieldefinition und Bedarfsanalyse. Bei den Rahmenbedingungen werden eine Analyse des externen Kontexts, eine Analyse der personellen Ressourcen, eine Analyse der Zielgruppe, eine Analyse des organisationalen und institutionellen Kontextes, die Termin- und Budgetplanung sowie eine Analyse der Ausstattung durchgeführt. Die Konzeption dient zur vollständigen Planung der darauf folgenden Produktion, indem diverse Konzepte entstehen (Inhaltliche Konzeption, Organisatorische Konzeption, Technische Konzeption, Konzeption des Medien- und Interaktionsdesigns, Konzeption Medieneinsatz, Konzeption der Kommunikationsmöglichkeiten und -formen, Konzeption der Tests und Prüfungen, Konzeption der Wartung und Pflege) und die Lernziele, die Didaktik/Methodik sowie Rollen und Aktivitäten geplant werden.

In der Produktion wird die eigentliche Umsetzung der Texte, der Medien und des Designs (inhaltliche Realisation, Designumsetzung, Medienrealisation) vorgenommen und eine Planung der technischen Realisation sowie der Wartung und Pflege wird festgelegt. In der Einführung werden erste Tests der Lernressource, eine Anpassung der Lernressource sowie die Freigabe der Lernressource durchgeführt und die Prozesse Organisation des Betriebs und der Nutzung sowie Einrichtung der technischen Infrastruktur erarbeitet. Bei dem Prozess Durchführung sind die Prozesse Administration, Aktivitäten und Überprüfung von Konzeptniveaus untergeordnet. Die Evaluation trägt schließlich zur Optimierung der Lerneinheit bei und es wird eine Planung, Durchführung, Auswertung und Optimierung angestrebt.

1.3 Drei Ausgangspunkte für das E-Learning-Engineering

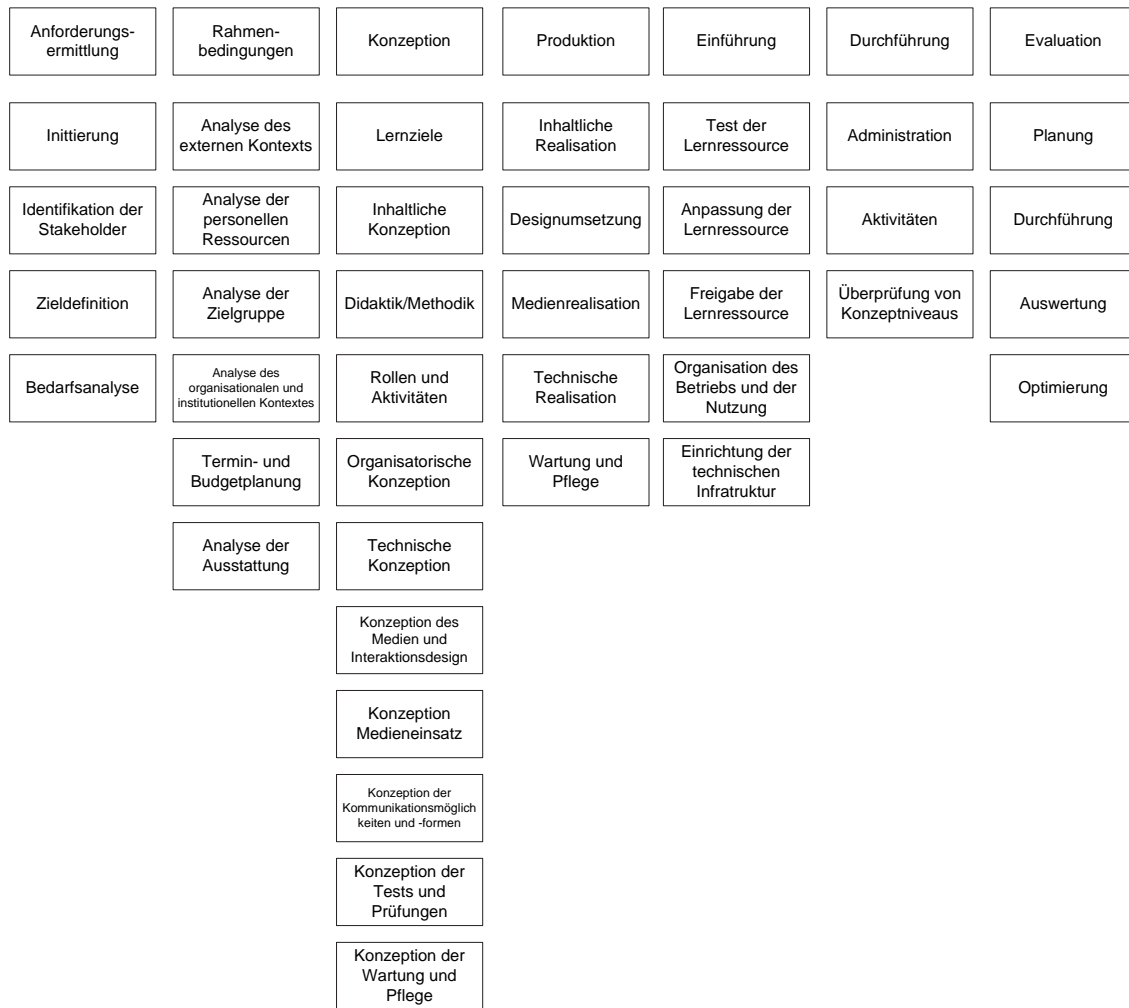


Abbildung 1.11 Prozessmodell PAS 1032-1,
angelehnt an PAS 1032-1 (2004)

Tabelle 1.4 zeigt die Prozesskategorie *Anforderungsermittlung* mit den jeweiligen Teilprozessen. Diese detaillierte Definition wird hier nur exemplarisch an der Prozesskategorie Anforderungsermittlung (Ermittlung des Bedarfs, der Ziele und der Anforderungen der Stakeholder) und an dem ersten Prozess Initiierung beschrieben. Innerhalb der Tabelle 1.4 werden die bereits erwähnten Elemente aus dem Beschreibungsmodell für die Prozesskategorie Anforderungsermittlung definiert. Anforderungsermittlung ist die erste Prozesskategorie und erhält daher die ID 1 mit einer kurzen Beschreibung. Es bestehen Beziehungen zu den Prozesskategorien 2 (Rahmenbedingungen), 3 (Konzeption) und 7 (Evaluation). Die Teilprozesse sind Initiierung, Identifikation der Stakeholder, Zieldefinition und Bedarfsanalyse, wobei der Teilprozess Initiierung in Tabelle 1.5 beschrieben wird. Ziel ist die Beschreibung des Bedarfs und der Zielsetzung sowie der Anforderungen. Als Methoden steht die Quality-Function-Deployment-

Methode bereit und das Ergebnis ist die Dokumentation und Auswertung der Zielsetzung der Anforderungen und des Bedarfs. Die am Prozess beteiligten Akteure sind Projektträger, Sponsoren, Projektmanager, Bildungsverantwortliche und Lernende. Zur Bewertung/Kriterien kommen Kennzahlen, Reviews durch Sponsoren und Stakeholder zum Einsatz und es besteht ein Verweis zur ISO 9000.

Tabelle 1.4 Integration von Prozessmodell und Beschreibungsmodell
am Beispiel Anforderungsermittlung, angelehnt an PAS 1032-1 (2004)

ID	Kategorie	Prozess	Beschreibung	Beziehung
1		Anforderungsermittlung	Ermittlung des Bedarfs, der Ziele und der Anforderungen der Stakeholder	2;3;7
Teilprozesse Aspekte		Initiierung Identifikation der Stakeholder Zieldefinition Bedarfsanalyse		
Ziel		Beschreibung des Bedarfs, der Zielsetzung und Anforderungen		
Methoden		Quality-Function-Deployment		
Ergebnis		Dokumentation und Auswertung der Zielsetzung, der Anforderungen und des Bedarfs		
Aktor		Projektträger, Sponsoren, Projektmanager, Bildungsverantwortliche, Lernende		
Bewertung/Kriterien		Kennzahlen, Review durch Sponsoren und Stakeholder		
Verweisungen		ISO 9000		

Tabelle 1.5 zeigt den Teilprozess Initiierung mit der ID 1.1, der Kategorie Anforderungsermittlung sowie einer kurzen Beschreibung. Es besteht eine Beziehung zu dem Prozess 2.4 (Analyse des organisationalen und institutionellen Kontextes). Die Teilprozesse sind Identifikation des Bildungsbedarfs und Identifikation des Bildungsbedürfnisses. Ziel ist die Identifikation und Beschreibung von Bildungsbedarf und Bildungsbedürfnis. Die Methoden sind Methoden der Marktforschung und -analyse, Methoden der Trendforschung, Methoden der Bedarfsanalyse, Umfragen, Balanced Scorecards, Skill Gap Analysis, Assessments, Arbeitsplatzanalyse sowie Auditierung. Dokumentation des Bildungsbedarfs und Dokumentation des Bildungsbedürfnisses sind die Ergebnisse. Am Prozess beteiligt sind die Akteure Verwender, Bildungsverantwortlicher, Bildungsexperte und Lernende. Die Bewertung/Kriterien sind Prüfung der Ergebnisse

der Bedarfs- und Bedürfnisidentifikation auf Plausibilität und es existieren Verweisungen zur ISO 9000, ISO 9001, ANSI-PMI 99-002-2000 und 5.1 Initiation.

Tabelle 1.5 Integration von Prozessmodell und Beschreibungsmodell am Beispiel Initiierung, angelehnt an PAS 1032-1 (2004)

ID	Kategorie	Prozess	Beschreibung	Beziehung
1.1	Anforderungsermittlung	Initiierung	Initiierung eines Bildungsprojektes durch Identifikation und Beschreibung von Bildungsbedarf und Bildungsbedürfnis	2.4
Teilprozesse		Identifikation des Bildungsbedarfs		
Aspekte		Identifikation des Bildungsbedürfnisses		
Ziel		Identifikation und Beschreibung von Bildungsbedarf und Bildungsbedürfnis		
Methoden		Methoden der Marktforschung und -analyse, Methoden der Trendforschung, Methoden der Bedarfsanalyse, Umfragen, Balanced Scorecards, Skill Gap Analysis, Assessments, Arbeitsplatzanalyse, Auditierung		
Ergebnis		Dokumentation des Bildungsbedarfs, Dokumentation des Bildungsbedürfnisses		
Aktor		Verwender, Bildungsverantwortlicher, Bildungsexperte, Lernende		
Bewertung/Kriterien		Prüfung der Ergebnisse der Bedarfs- und Bedürfnisidentifikation auf Plausibilität		
Verweisungen		ISO 9000, ISO 9001, ANSI-PMI 99-002-2000, 5.1 Initiation		

Referenzmodell für E-Learning-Produkte

Der zweite Teil ist im wesentlichen ein Kriterienkatalog zur Qualitätssicherung, der in sieben Bereiche oder Kategorien eingeteilt wurde und auf die jeweiligen Bedürfnisse angepasst werden muss. Die sieben Kategorien sind (1) Rahmenbedingungen, (2) Technische Aspekte, (3) Datenspeicherung und -verarbeitung, (4) Funktionalitäten, (5) Theoretische Aspekte, (6) Kodierung der Information und (7) Formate und Gestaltung (PAS 1032-1, 2004). Die Lernressourcen werden auf „lern- und medienpsychologische sowie funktionale Aspekte [...] geprüft“ (PAS 1032-1, S. 51). Der Kriterienkatalog berücksichtigt die 213 Software-Ergonomie-Kriterien aus der ISO 9241, wobei nicht nur bewertende Kriterien zum Einsatz kommen, sondern auch beschreibende. Eine Tabelle auf der CD der vorliegenden Arbeit weist die Anzahl der kompletten Kriterien pro Bereich mit den jeweiligen beschreibenden Kriterien aus. Der Kriterienkatalog von

PAS besteht des Weiteren aus Kriterien „wie Datenschutzgesetze (9 Kriterien), das BSI-Grundschutzhandbuch (24 Kriterien), dem Fernunterrichtsschutzgesetz (drei Kriterien), die Barrierefreie-Informationstechnik-Verordnung BITV (18 Kriterien) und der Learning Object Metadata-Standard (LOM) (24 Kriterien)“ (PAS 1032-1, S. 52).

Weiterentwicklung von PAS

E-Learning Qualität (ELQ). Das ELQ-Projekt ist ein Projekt der AG Telelernen, die eine Arbeitsgruppe der IT-Initiative Mecklenburg-Vorpommern ist. Ziel des Projektes ist es, PAS eine Praxisorientierung zu geben, um dadurch den E-Learning-Machern in Mecklenburg-Vorpommern die Verwendung von PAS zu erleichtern. Die Projektleitung für das Projekt hat das Zentrum für Graphische Datenverarbeitung e.V. (ZGDV) in Rostock inne. In diesem Projekt wurden praxisorientierte Dokumente entwickelt, die bei der Erstellung von E-Learning-Bildungsangeboten unter Berücksichtigung des Genderaspektes helfen sollen. Die zeitnahe Umsetzung von PAS in handlungsorientierte Anweisungen sollte E-Learning in Mecklenburg-Vorpommern und ganz Deutschland fördern. ELQ ist ein Vorgehensmodell, das Handlungshilfen sowie einen Werkzeugkasten mit Rollenmodellen, Methodensammlungen und mit einer Artefaktsammlung Hilfestellungen zur Anwendung des Vorgehensmodells gibt. Das Vorgehensmodell ELQ unterteilt das Referenzmodell PAS in Phasen und liefert zu jedem Prozess die Punkte Übersicht, Ratgeber, Mindmap, Beispiel und Literaturempfehlung. Der Vorgehensschritt ist unterteilt in die Informationen über den Vorgehensschritt, also was alles zu tun ist, um diesen Schritt zu erledigen, sowie die Voraussetzungen für den Vorgehensschritt, die Ergebnisse des Vorgehensschrittes, Methoden, welche beim Vorgehensschritt unterstützen und die beteiligten Rollen. Die vorhandenen Projektergebnisse wurden 2007 anhand von zwei Projekten aktualisiert, eine überarbeitete Fassung steht seitdem auf den Internetseiten der IT-Initiative Mecklenburg-Vorpommern bereit (Landesinitiative Neue Kommunikationswege Mecklenburg-Vorpommern, 2015).

1.3.3 Konzepte und Techniken der Ingenieurwissenschaften

Die Ingenieurwissenschaften sind eine Sammelbezeichnung für diverse Wissenschaftsdisziplinen. Die Ingenieurwissenschaften sowie der synonym verwendete Begriff Technikwissenschaften beschäftigen sich „mit der Entwicklung technischer Abläufe [...], technische Maschinen, Geräte, Werkzeuge entwickeln oder weiterentwickeln oder technische Prozesse steuern, die Anwendung der Technik auf neue Bereiche erproben, technisches Denken entwickeln oder technisches Wissen weitervermitteln“ (Herrmann, Verse-Herrmann, Rosenbusch, & Hertwig, 2001, S. 9).

Die Vielfalt der Ingenieurwissenschaften spiegelt sich in den ca. 70 Einzelfächern wider. Diese 70 Einzelfächer lassen sich in 16 Gruppen, wie beispielsweise Bauingenieurwesen, Elektrotechnik, Luft- und Raumfahrttechnik, Umwelttechnik und *Software Engineering*, unterteilen (Herrmann et al., 2001). Durch die vielen Gruppierungen und die diversen Fächer ist es schwierig, die Ingenieurwissenschaften zu verorten und deren gemeinsame Konzepte und Techniken zu bestimmen. Selbst die Anfänge der Technikwissenschaften sind aufgrund unterschiedlich anwendbarer Kriterien, die eine Wissenschaft ausmachen und ab wann ein Gebiet zur Wissenschaft wird, verschieden zu benennen. Auf der einen Seite wird die Geburtsstunde der Technikwissenschaften auf etwa 1900 datiert, wobei andererseits bereits Jahrtausende vor diesem Datum in Hochkulturen, wie im alten Ägypten, Mesopotamien oder in Indien, Pyramiden und andere Nutzbauten errichtet wurden (Banse, Grunwald, König, & Rapohl, 2006). Einige Bauingenieure benennen das Jahr 1742 als Beginn der Technikwissenschaften, da in diesem Jahr Papst Benedikt XIV. von drei Mathematiker-Mönchen eine Untersuchung über die Risse im Gewölbe der Peterskirche vorgelegt wurde. Die Mönche empfahlen Maßnahmen, um die Situation zu stabilisieren, und haben noch 100 Jahre vor Galilei und Descartes Prinzipien der Mechanik angewandt. Erst in der neueren Zeit hat sich das Jahrhunderte alte Vorgehen umgekehrt, dass zuerst die Technik erfunden und danach eine wissenschaftliche Begründung abgeleitet wird. Kern-, Laser- und Biotechnik sind Beispiele, bei denen die wissenschaftliche Neugier Ergebnisse hervorbrachte, die im Nachhinein auf eine Technik angewandt wurden (Duddeck, 2010).

Ingenieuren werden im Allgemeinen die Merkmale Rationalität, Problemlösen, Kostensenkung und der universelle Anspruch, vor fachlichen Grenzen keinen Halt zu machen, zugeschrieben (Klaeren, 1994; Ludewig & Lichter, 2007). Außerdem gehören zu den Eigenschaften der Ingenieurdisziplin der praktische Erfolg als Methode der Beweisführung, Qualitätsbewusstsein, das Arbeiten mit Normen und die Verwendung von Baugruppen (Ludewig & Lichter, 2007). Die Merkmale eines ingenieurmäßigen Vorgehens und dessen Eigenschaften werden im Folgenden detaillierter beschrieben.

Komplexitätsreduktion durch Modellbildung. In den Ingenieurwissenschaften gibt es das theoretische Wissen, wie Hypothesen und Modelle, das sogenannte *Know-that* und das strategische Wissen in Form von Regeln und Prinzipien, oder auch *Know-how*. Das komplexere theoretische Wissen muss immer wieder mithilfe von Schemata und Skizzen in das *Know-how* überführt werden. Bei dieser Überführung findet eine Reduktion der Komplexität statt (Banse, 2000; Shaw, 1990). Außerdem müssen beim Entwurfsprozess die Informationen so reduziert werden, dass die Ausgangslage nicht verzerrt wird, das Entwerfen aber dennoch operationalisierbar ist (Banse, 1999). Die Forschungs- und Entwicklungsarbeit eines Technikwissenschaftlers in der Produktion besteht aus „Modellen als Repräsentationen und Interpretationen existierender und möglicher technischer Praxen“ (König, 2010, S. 68). Diese Modellbildung zieht auch immer eine Reduktion der Komplexität mit sich. Innerhalb dieser Modelle werden dann Vorhersagen getroffen über beispielsweise die Abgaswerte eines Autos unter zuvor definierten Bedingungen (König, 2010).

Konstruktiver Entwicklungsprozess. Die konstruktive Entwicklung ist nach Parthey und Schlottmann (1986) neben der technologischen Entwicklung wesentlich für die Vorbereitung der Produktion. Hierbei wird mit unterschiedlichen Hilfsmitteln das zu produzierende System gedanklich geplant. Dieser Prozess untergliedert sich in die Teilprozesse der Definition der Ein- und Ausgangsgrößen des Zielsystems, Aufteilung der Funktionen in diverse Teilfunktionen, Beschreibung von Prinzipien, wann eine Funktion erfüllt ist, Evaluation der Prinzipien und Wahl des bestmöglichen Prinzips sowie die Produktion geeigneter Dokumentationen (Parthey & Schlottmann, 1986; Shaw, 1990). Banse (2000) spricht in diesem Zusammenhang vom Konstruktionshandeln (*Engineering Design*), bei dem durch Analyse, Bewertung und entsprechende Gestaltung aufgrund der Anforderungen technische Objekte und technologische Ver-

fahren entwickelt werden. Dass dieses Vorgehen nicht schon immer in den Ingenieurwissenschaften etabliert war, zeigen die Erfahrungen im Brückenbau. Trotz negativer Ereignisse mit Stahlbrücken im Jahre 1969 in Wien und 1970 in Quebec wurde 1971 eine Stahlbrücke über den Rhein bei Koblenz nach dem gleichen Prinzip gebaut. 13 Bauarbeiter wurden getötet, als der Kranarm abknickte und im Rhein versank (Duddeck, 2010).

Probleme lösen und Lösungen identifizieren. Beim Problemlösen soll in den Ingenieurwissenschaften ein System an Fragen und Aussagen in ein System aus Aussagen überführt werden. Dieser Prozess gelingt nicht immer, da Problemlösen in den Ingenieurwissenschaften in komplexen häufig dynamischen Kontexten stattfindet (Banse, 2000; Parthey & Schlottmann, 1986; Shaw, 1990). Beim Entwickeln neuer Systeme und deren Genese stehen in der Technikwissenschaft häufig mehrere Lösungen zur Verfügung. Um die optimale Lösung zu identifizieren, muss anhand von Auswahl- und Bewertungskriterien das geeignete System identifiziert werden. Hierzu gehören beispielsweise Zweckmäßigkeit und Realisierbarkeit, aber auch Nützlichkeit und Sicherheit technischer Prozesse, Vorgehensweisen und wie die verschiedenen Lösungen oder Lösungsansätze bewertet werden (Banse, 2000). Ein Beispiel aus der Technikwissenschaft ist die Umwelttechnik in den 1970er Jahren. Hier sollten wegen einer veränderten Umweltwahrnehmung neue Technologien wie Rauchgasentschwefelungs- und -entstickungsanlagen für die vorhandenen Kohlekraftwerke entwickeln werden (König, 2010).

Qualität durch Normen. Bei der Arbeit eines Ingenieurs kommt häufiger die Frage auf, ob die Kosten oder der Nutzen gesteigert werden sollen. Durch den handwerklichen Hintergrund und die Verantwortung, die ein Ingenieur bei seiner Arbeit zumeist hat, wird der Fokus eher auf die Qualität gelenkt. Ein Beispiel aus den Ingenieurwissenschaften, Qualität zu sichern und prüfbar zumachen, ist die Entwicklung von Normen. Bereits 1918 wurde in Deutschland die erste Norm zu einem Passstift zur Verbindung zweier Maschinenteile entwickelt. Heutzutage sind Normen in allen Bereichen anzutreffen und reichen von der Verbesserung der Kommunikation bis hin zu Vorgaben für die Produktion. Durch die Einführung von Normen wird ein weiterer wichtiger Aspekt für die Ingenieurwissenschaften möglich: das Produzieren in Baugruppen (Ludewig & Lichter, 2007).

Baureihen und Baukästen. Ein Merkmal des ingenieurmäßigen Vorgehens ist die technische Entwicklung, d. h. die eigentliche Produktion des Gegenstandes. Hierbei werden Elemente

nach ihrer Ähnlichkeit in Baugruppen zusammengefasst (Parthey & Schlottmann, 1986). Um diese Produktion wirtschaftlicher zu gestalten, wird bei der Fertigung auf Bausteine und Baureihen gesetzt. Diese Baureihen erzielen Vorteile für den Hersteller und Anwender, indem die Qualität gesteigert werden kann, kostengünstig produziert wird und Lieferzeiten verkürzt werden können. Bei der Baureihe sollen möglichst viele Produkte mit gleichen Eigenschaften und Lösungskonzepten gefertigt werden. Der für verschiedene Lösungen ausgerichtete Baukasten kombiniert Bausteine mit unterschiedlichen Lösungen und kann dadurch eine größere Varianz an Funktionen bereitstellen. Pahl, Beitz, Feldhusen und Grote (2007) unterscheiden bei den Funktionsbausteinen zwischen den folgenden Funktionen: (1) die Grundfunktion, eine *grundlegende, unerlässliche Funktion* für das System, (2) die Hilfsfunktion, eine *verbindende und anschließende Funktion*, (3) die Sonderfunktion, eine zusätzliche Funktion, die nicht bei jedem Baustein vorkommt, und (4) die Anpassfunktion, die für die Adaption an andere Systeme oder Bedingungen existiert (Pahl, Beitz, Feldhusen, & Grote, 2007).

Entwicklung und Auswahl technischer Möglichkeiten. König (2010) setzt sein Vorgehen zur Entwicklung und Auswahl technischer Möglichkeiten in den Kontext von Zielen, Werten und Dispositionen. Er beschreibt den Zusammenhang zwischen der Entwicklung neuer technischer Systeme und dem Wertesystem der Gesellschaft. Für der vorliegenden Arbeit ist lediglich das Vorgehen mit den Phasen (1) Konzipieren, (2) Denkbare Technische Möglichkeiten, (3) Eingrenzen, Präzisieren, (4) Machbare Technische Möglichkeiten, (5) Bewerten, Entscheiden, Realisieren sowie (6) Technische Wirklichkeiten relevant (König, 2010).

1.4 E-Learning-Engineering

In den vorhergehenden Abschnitten wurde dargelegt, dass E-Learning eine relativ junge Domäne umfasst. E-Learning lässt sich durch eine große Anzahl unterschiedlicher multimedialer Anwendungen für das Lehren und Lernen und durch den Einsatz einer Vielzahl von Technologien charakterisieren. Explizit wird dabei in Kapitel 1 auf die Definition zum E-Learning von ATD hingewiesen. Kapitel 1.2 zeigt, dass E-Learning von großem Interesse für Internetorganisationen ist, die eine Reihe wichtiger Standards – insbesondere SCORM und LOM – für die Entwicklung von Bildungsinhalten hervorbrachten. Für die Entwicklung multimedialer Anwendungen für das Lehren und Lernen hat das Autodesk-Learning-Modell nach MASIE eine besondere Bedeutung, weil dieses Modell die Strukturierung von Lernressourcen (Kurs, Lektion, Lernobjekte, Informationsobjekte, Medien) aufzeigt. Für die Entwicklung von großen Anwendungen für das Lehren und Lernen ist es von zentraler Bedeutung, nach einem standardisierten Vorgehensmodell vorgehen zu können, das insbesondere Aussagen zum Anforderungs- und Projektmanagement, zur Qualitätssicherung sowie zum Konfigurations-, Problem- und Änderungsmanagement macht. Ein solches Vorgehensmodell existiert noch nicht für die Entwicklung von großen Anwendungen für das Lehren und Lernen. Allerdings konnten in Kapitel 1.3 wesentliche Bausteine dafür identifiziert werden, solche aus dem V-Modell^{XT} zum *Software Engineering* (z. B. Auftraggeber-/Auftragnehmersicht), aus dem Prozessmodell (z. B. Teilprozesse) und aus den Ingenieurwissenschaften (z. B. Komplexitätsreduktion, Baukastensicht, konstruktiver Entwicklungsprozess).

Vor dem Hintergrund der in den Abschnitten 1.1–1.3 gemachten Ausführungen soll für diese Arbeit die folgende Definition für E-Learning-Engineering Gültigkeit haben:

Definition: E-Learning-Engineering ist die Wissenschaftsdisziplin, die sich mit der prozessorientierten Entwicklung von strukturierten multimedialen Anwendungen zum Lehren und Lernen beschäftigt – in Analogie zum *Software Engineering*, wobei Methoden und Standards der Ingenieurwissenschaften verwendet werden.

Die Definition macht darauf aufmerksam, dass es methodische Ähnlichkeiten zwischen E-Learning-Engineering und *Software Engineering* gibt, auf die auch andere Autoren hinweisen (Bajnai & Lischka, 2004; Praktische Informatik, Abteilung Informationssysteme, 2011).

In den nachfolgenden Kapiteln wird auf diese Ähnlichkeiten näher eingegangen, wobei inhaltlich im Vordergrund des Interesses die Komplexitätsreduktion von großen E-Learning-Anwendungen durch Modellbildung, die prozessorientierte Entwicklung von E-Learning-Lernressourcen, die Qualitätssicherung von E-Learning-Lernressourcen sowie die Wiederverwendung von E-Learning-Lernressourcen durch den Einsatz einer Entwicklungsplattform stehen.

1.5 Zielsetzung

In den vorangegangenen Kapiteln wurde festgestellt, dass sich auf allen Ebenen der in Kapitel 1 beschriebenen Dimensionen im E-Learning Forschungsinitiativen und Projekte identifizieren lassen. Zum einen beschäftigen sich die Arbeiten mit Aspekten einer effizienteren und effektiveren Entwicklung und Gestaltung von E-Learning-Lernressourcen (vgl. Kapitel 1.1; Kapitel 1.2). Zum anderen werden auch beispielsweise Organisation und Qualitätssicherung von E-Learning in diversen Forschungsarbeiten behandelt (vgl. Kapitel 1.1; Kapitel 1.3). Außerdem haben infrastrukturelle Fördermaßnahmen den Grundstein zum Einsatz von E-Learning an den Hochschulen gelegt (vgl. Kapitel 1.1.1, Kapitel 1.1.2). Einige Vorgehensmodelle aus dem Bereich des *Software Engineering*, aber auch aus dem Bildungskontext befassen sich bereits mit dem Entwicklungsprozess von E-Learning-Lernressourcen (vgl. Kapitel 1.1.3; Kapitel 1.3). In Anbetracht der bereits vorliegenden Ergebnisse im Bereich E-Learning und im Bereich der Entwicklung von E-Learning-Lernressourcen verfolgt diese Arbeit die Ziele: (1) konzeptuelle Entwicklung eines Vorgehensmodells zum E-Learning-Engineering, (2) werkzeugmäßige Unterstützung des Vorgehensmodells zum E-Learning-Engineering sowie (3) Instanziierung des Vorgehensmodells zum E-Learning-Engineering.

1.5.1 Konzeptuelle Entwicklung eines Vorgehensmodells zum E-Learning-Engineering

Kapitel 1 verdeutlicht, dass es diverse Ansätze zur Beschreibung von Produktionsprozessen gibt. Es existieren Vorgehensmodelle aus dem Bildungsbereich, wie PAS, die *Instructional Transaction Theory*, das *Systems Approach Model* oder das *ARCS Model of Motivation and Design*, die sich aber jeweils auf einen speziellen Unterbereich konzentrieren, wie beispielsweise die Beschreibung von Lernzielen bei der *Instructional Transaction Theory*. Gerade bei den Vorgehensmodellen aus dem Bildungskontext fehlen häufig die Perspektiven des Projektmanagements und der Qualitätssicherung sowie ein planmäßiges Vorgehen bei der Entwicklung.

Daher soll in dieser Arbeit das Vorgehensmodell E-Learning-Engineering Extended (ELE^{XT}) aus bereits vorhandenen Ansätzen und eigenen Überlegungen entwickelt werden. Zu diesem Zweck werden zuerst PAS-Prozesse zur Erstellung von E-Learning-Inhalten identifiziert und mit

der IDEF0-Notation beschrieben. IDEF0 bedeutet *Icam DEFinition for Function Modeling*, wobei ICAM das Akronym für *Integrated Computer Aided Manufacturing* ist. Eine Erläuterung der IDEF0-Notation findet sich im Anhang B. Dann folgen die Modifizierungen der PAS-Prozesse auf der Grundlage von Fachliteratur sowie die Erweiterung der Prozesse mit den wichtigsten Aspekten des V-Modell^{XT}. Diese Ergebnisse sind in Kapitel 3 zusammengefasst. Für die Durchführung des Vorgehensmodells ist es notwendig, Templates und Checklisten als prozessbezogene Hilfestellungen zur Verfügung zu stellen. Diese Dokumente werden ebenfalls im Rahmen der vorliegenden Arbeit angefertigt und bereitgestellt und sind auf der CD zu finden.

1.5.2 Werkzeugmäßige Unterstützung des Vorgehensmodells zum E-Learning-Engineering

Vorgehensmodelle wie PAS und V-Modell^{XT} aus dem ersten Teil der vorliegenden Arbeit lassen sich aufgrund der Fülle an Prozessen nicht ohne weitere Unterstützung umsetzen. Das V-Modell^{XT} verfügt über drei Werkzeuge (Projektassistent, Collab^{XT}, in.STEP BLUE), die teilweise eine initiale Projektplanung unterstützen (Collab^{XT}, in.STEP BLUE). Diese Unterstützung endet allerdings bei der konkreten Anwendung (Projektassistent), oder es handelt sich um eine proprietäre und geschlossene Lösung (in.STEP BLUE). Außerdem haben diese Werkzeuge ihren Ursprung in der Softwareentwicklung und vernachlässigen Aspekte aus dem E-Learning-Engineering (Projektassistent, Collab^{XT}, in.STEP BLUE).

Innerhalb dieser Arbeit soll daher eine speziell für ELE^{XT} modifizierte Arbeitsumgebung entstehen, die den Einsatz des Vorgehensmodells kontinuierlich begleitet und die Entwicklung von E-Learning-Lernressourcen im E-Learning-Engineering werkzeugmäßig unterstützt. Aus diesem Grund werden zuerst diverse Typen von Softwareplattformen anhand ihrer Eigenschaften dargestellt und gegeneinander abgegrenzt, schließlich wird eine Arbeitsumgebung ausgewählt. Die Auswahl der Software-Arbeitsumgebung soll auf einem selbst entwickelten Kriterienkatalog zum Vergleich von Softwareplattformen basieren. Die Systeme sind meist so universell gehalten, dass diese auf die Anforderung einer Organisation beziehungsweise eines Projektes angepasst werden müssen. Deswegen wird das ausgewählte System auf die Anforderungen von ELE^{XT} angepasst und Prinzipien sowie Eigenschaften von ELE^{XT} werden auf das System angewandt. Die Ergebnisse sind in Kapitel 4, Kapitel 5 und Kapitel 6 zu finden.

1.5.3 Instanziierung des Vorgehensmodells zum E-Learning-Engineering

ELE^{XT} soll anhand eines Beispiels angewandt werden, damit der Anwender des neu entwickelten Vorgehensmodells ELE^{XT} einen einfachen Einstieg in die Durchführung und Anwendung des Modells erhält. Das neue Modell mit der zuvor ausgewählten und angepassten Arbeitsumgebung soll in einem abschließenden Schritt exemplarisch erprobt werden. Im Zuge der Umsetzung werden aus den Templates ausgefüllte Anschauungsbeispiele für das Vorgehensmodell ELE^{XT}. Diese Beispiele dienen dann im Modell und bei der IDEF0-Darstellung als *Control*, also als Beispiele für die entwickelten Templates.

Für die Instanziierung des Vorgehensmodells wird das Thema E-Learning-Engineering behandelt, sodass der Anwender zusätzlich zu den beispielhaft ausgefüllten Templates detaillierte Informationen zu den Ursprüngen des E-Learning-Engineering erhält. In diesem Kapitel der Arbeit werden Themen wie E-Learning im Allgemeinen, Vorgehensmodelle, Medienobjekte für E-Learning-Lernressourcen, Didaktisierung von E-Learning-Lernressourcen sowie das Vorgehensmodell ELE^{XT} in einem Moodle-Kurs aufbereitet. Die wichtigen Aspekte aus dem V-Modell^{XT} wie Projektmanagement, Qualitätssicherung, Konfigurationsmanagement und Problem- und Änderungsmanagement werden an einem Beispiel erläutert. Gleichzeitig wird jeweils die Sicht des Auftraggebers und des Auftragnehmers berücksichtigt werden. Die Beschreibung des Kurses ist im Kapitel 7 zu finden.

1.6 Überblick über den weiteren Aufbau der Arbeit

Abbildung 1.12 zeigt den schematischen Aufbau der vorliegenden Arbeit mit den drei Entwicklungsstufen *Konzeptionelle Entwicklung*, *Werkzeugmäßige Unterstützung* und *Instanziierung*. Innerhalb der *Konzeptionellen Entwicklung* wird PAS durch die Methode *Komplexitätsreduktion durch Modellbildung* aus den Ingenieurwissenschaften mit der IDEF0-Notation abgebildet. Danach werden mit der Methode *Konstruktiver Entwicklungsprozess* ebenfalls aus den Ingenieurwissenschaften zuerst ELE durch Modifizierung der Prozesse und danach ELE^{XT} unter Einbezug von V-Modell^{XT}-Kriterien weiterentwickelt (Kapitel 3). In den Kapiteln 4, 5 und 6 wird mit den Methoden *Technische Entwicklung* sowie *Probleme lösen und Lösungen identifizieren* ein System für ELE^{XT} ausgewählt und an die Anforderungen von ELE^{XT} angepasst. Weitere Methoden von König (2010), die bei der Erarbeitung zum Einsatz kommen, sind *Denkbare technische Möglichkeiten*, *Eingrenzen*, *Präzisieren*, *Machbare technische Möglichkeiten*, *Bewerten*, *Entscheiden*, *Realisieren* und *Technische Wirklichkeit*. In Kapitel 7 erfolgt abschließend die Instanziierung von ELE^{XT} mit dem Kurs *E-Learning-Engineering* durch die Methoden *Technische Entwicklung* und *Probleme lösen und Lösungen identifizieren*.

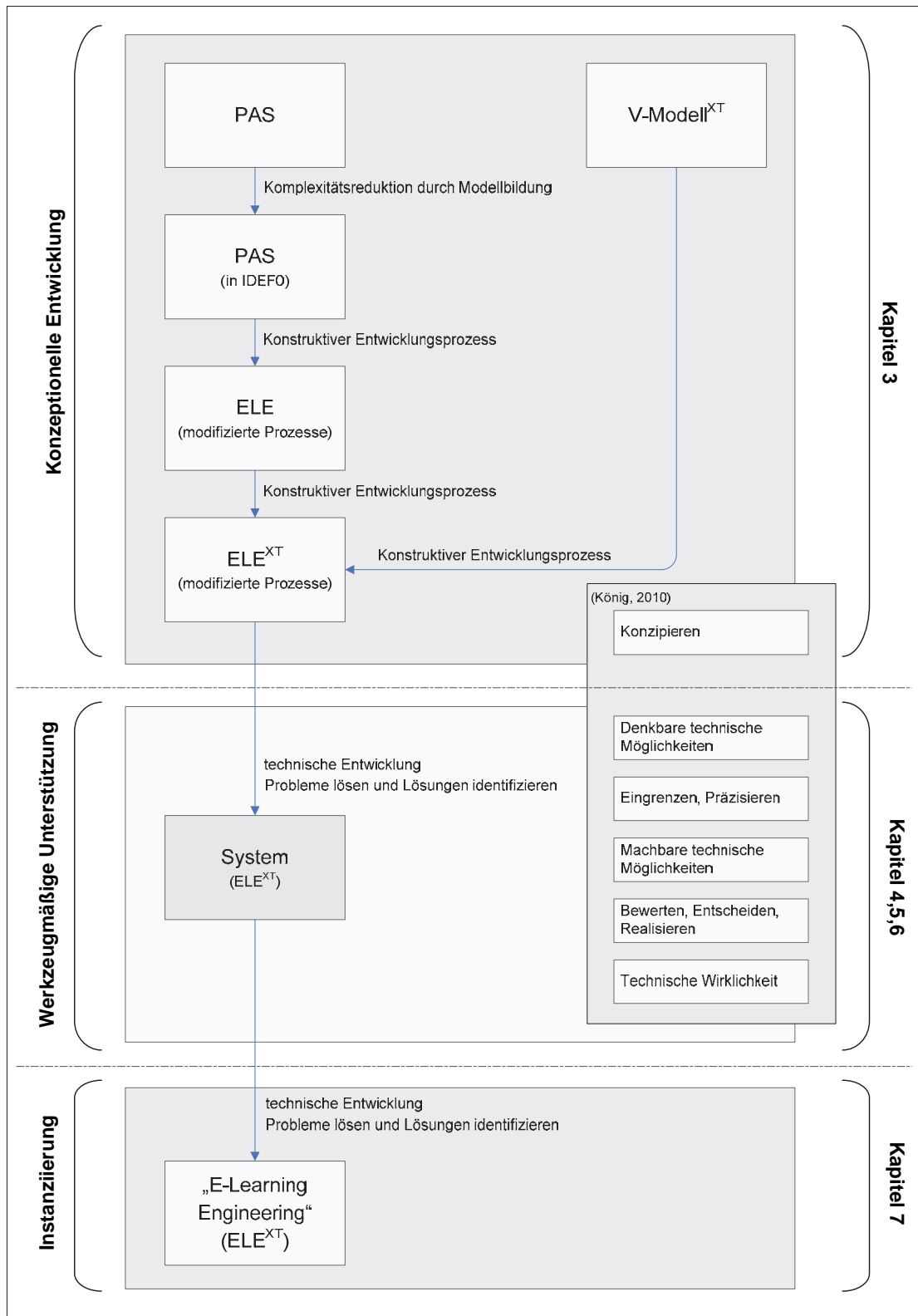


Abbildung 1.12 Aufbau der Arbeit

2 E-Learning-Lernressourcen für Lehr- und Lernszenarien

Durch die Nutzung von elektronischen Medien in Lehr- und Lernsituationen ist es möglich, mehrere Kanäle bei den Lernenden anzusprechen. Der Lehrende muss je nach Situation und Lerninhalt entscheiden, welches Medium geeignet ist und wie das Medium gestaltet werden soll. Materialien für das Lernen mit elektronischen Medien, sogenannte E-Learning-Lernressourcen, kommen hierfür zum Einsatz. Um die Merkmale derartiger E-Learning-Lernressourcen besser zu verstehen, werden im Folgenden einschlägige Theorien des multimedialen Lernens und deren Konsequenzen zur Gestaltung von E-Learning-Lernressourcen aufgeführt. Danach werden die Medien, die in Abschnitt 1.2.1 beschrieben wurden, im Detail mit ihrem jeweiligen Einsatzgebiet und ihren Eigenschaften erläutert. Im Anschluss erfolgt ein Ansatz zur Didaktisierung von E-Learning-Lernressourcen.

2.1 Lernen mit Medien

Während es beim Lehren vor allem um Vermittlung von Informationen geht, handelt es sich beim Lernen um Wissen, das sich Lernende mittels Informationsverarbeitung aneignen. Die Kommunikation und der Transfer des Wissens vom Lehrenden zum Lernenden sind essenziell für das Lernen, wobei die Kommunikation den Wissensgewinn beschleunigt, im negativen Fall aber auch verlangsamen kann. Die Darstellung der Information sowie die Art der Kommunikation können das Verständnis beim Empfänger – dem Lernenden – wesentlich beeinflussen. Wie Inhalte transportiert werden, ist vom jeweiligen Medium abhängig, das je nach Kontext unterschiedlich interpretiert werden kann. Das Medium beschreibt den Kommunikationsweg und ist auch Kommunikationsmittel (Anderson, 2001; Ballstaedt, 1997).

Die Kommunikationswissenschaft unterscheidet zwischen primären, sekundären sowie tertiären Medien und Kommunikationsmitteln. Primäre Kommunikation findet genau dann statt, wenn zwei Menschen ohne technische Hilfsmittel Informationen austauschen. Bei der sekundären Kommunikation tritt ein Medium zwischen Sender und Empfänger. Der Sender benötigt aufgrund von äußeren Umständen, z. B. die Distanz zum Empfänger, ein Hilfsmittel zur Informationsvermittlung. Dieses Hilfsmittel kann beispielsweise ein gedruckter Text sein. Die tertiäre Kommunikation verlangt sowohl vom Sender als auch vom Empfänger ein technisches Hilfsmittel. Da elektronische Medien, wie Fernseher, Radio und Internet, jeweils ein elektronisches Hilfsmittel vom Sender und Empfänger erwarten, zählen diese Medien zu der Kategorie der tertiären Kommunikation. Medien der tertiären Kommunikation werden neben den bekannten Elementen Schrift, Bild oder Grafik um eine Dimension erweitert: die Zeit. Die Möglichkeit, bekannte Medien mit dem Faktor Zeit anzureichern und zu kombinieren, ergänzt die Gestaltungselemente zur Informationsvermittlung um weitere Medien wie Film oder Animation. Durch die Kombination von Bildern mit gesprochenem Text, Musik oder Geräuschen entsteht eine Vielfalt an Darstellungs- und Kombinationsmöglichkeiten (Böhringer, Bühler, & Schlaich, 2008; Thissen 2003). Welche Möglichkeiten es gibt, Lernen mit den neu kombinierbaren Medien durchzuführen und zu fördern, wurde in den letzten Jahrzehnten durch Theorien zum Lernen mit Medien auf kognitionspsychologischen Grundlagen erforscht, die im Folgenden kurz erläutert werden.

Kognitionspsychologische Grundlagen

Gemäß der kognitiven Psychologie sind beim Lernprozess das sensorische Gedächtnis, das Arbeitsgedächtnis und das Langzeitgedächtnis beteiligt (Anderson 2001; Atkinsons & Shiffrins, 1968; Myers, 2005; Pawlik, 2006; Zimbardo & Gerrig, 2004). Allerdings teilen nicht alle Theorien zum Lernen mit Medien die Annahmen von Atkinsons und Shiffrins (1968) über das Dreispeichermodell. Die drei Gedächtnistypen haben unterschiedliche Funktionsweisen und Eigenschaften, und je nach kognitionswissenschaftlicher Richtung werden die Abläufe beim Lernen unterschiedlich interpretiert (Seufert & Euler 2005). Daher erfolgt zuerst die Beschreibung der Gedächtnistypen und ihrer Funktionsweisen. Danach werden die unterschiedlichen Interpretationen der kognitionspsychologischen Richtungen erläutert. Eine ausführliche Darstellung über die Funktionsweise des Gedächtnisses ist beispielsweise bei Anderson (2001), Myers (2005) oder Zimbardo und Gerrig (2004) zu finden.

Das sensorische Gedächtnis. Das sensorische Gedächtnis kann für kurze Zeit fast alle Informationen, die bei uns eintreffen, speichern und stellt einen Filter für das Arbeitsgedächtnis dar. Bezüglich der Kapazität gibt es beim sensorischen Speicher keine Einschränkungen, allerdings werden die Informationen auch nur wenige Millisekunden bis Sekunden vorgehalten (Atkinson & Shiffrin, 1968). Schnotz (2005) weist in seiner Theorie des integrativen Modells des Text- und Bildverständnisses darauf hin, dass auditive Informationen bis zu drei Sekunden lang gespeichert werden und visuelle Informationen weniger als eine Sekunde lang.

Das Arbeitsgedächtnis. Das Arbeitsgedächtnis hat eine begrenzte Kapazität und kann nicht gleichzeitig alle Informationen verarbeiten. Aus diesem Grund ist es erforderlich, Texte mehrfach zu lesen oder Abbildungen länger zu betrachten, bis alle Informationen im Arbeitsgedächtnis verwertet wurden. Wenn beim Lernenden bereits Vorwissen vorhanden ist und sogenannte Schemata existieren, kann der Lernende mehr neue Informationen verarbeiten als eine Person, die nur über ein geringes Vorwissen verfügt (Anderson 2001; Myers, 2005; Pawlik, 2006; Zimbardo & Gerrig, 2004). Das Arbeitsgedächtnis des Menschen ist bezüglich der Kapazität begrenzt. Dies belegen mehrere Studien (Miller 1956; Sweller 2005). In Untersuchungen, bei denen Probanden sich an Zahlen beziehungsweise Silben erinnern sollten, lag der Durchschnitt bei 5–9 korrekt erinnerten Silben oder Zahlen (Miller, 1956). Des Weiteren

wurde herausgefunden, dass der Inhalt des Arbeitsgedächtnisses innerhalb von 2–10 Sekunden gelöscht wird, falls es nicht zu einer Wiederholung des Inhaltes kommt. Daraus ergibt sich eine Begrenzung des Arbeitsgedächtnisses bezüglich (1) der Menge und (2) der Zeit. Wird die Information in sogenannte *Chunks* unterteilt – Einheiten von Informationsblöcken – kann die Erinnerungsleistung erhöht werden (Myers, 2005; Rey, 2009; Zimbardo & Gerrig, 2004). Nach Myers (2004) ist es grundsätzlich nur möglich, 7 ± 2 Informationseinheiten auf einmal zu verarbeiten.

Das Langzeitgedächtnis. Das Langzeitgedächtnis unterliegt keiner Beschränkung hinsichtlich der Kapazität (Mayer, 2005). Im Langzeitgedächtnis sind Informationen und Erfahrungen in Form von Text, Bild oder Ton abgespeichert. Diese Informationen lassen sich bei Bedarf abrufen. Ein wichtiges Merkmal des Langzeitgedächtnisses sind Schemata. Schemata „kategorisieren mehrere kleinere Informationseinheiten zu einem großen, die dann im Ganzen im Langzeitgedächtnis gespeichert werden“ (Niegemann et al., 2008, S. 43). Bereits vorhandene Schemata fördern das Erlernen neuer Inhalte und begünstigen den Transfer der Informationen vom Arbeitsgedächtnis zum Langzeitgedächtnis. Wenn sich ein Lernender neue Inhalte aneignet, muss er die neuen Informationen im Arbeitsgedächtnis verarbeiten. Hat das Arbeitsgedächtnis keine Kapazität mehr, um die neuen Informationen aufzunehmen, dann sollte der Lerninhalt in neue, kleinere Informationseinheiten strukturiert werden, damit der Lernende wiederum die neuen Informationen besser abarbeiten kann. Hierfür ist eine gute Zusammenarbeit des Langzeit- und Arbeitsgedächtnisses notwendig (Sweller, 2005). Die neuen kleineren Informationseinheiten werden im Arbeitsgedächtnis verarbeitet und schließlich im Langzeitgedächtnis gespeichert. Nach der Speicherung der neuen Lerninhalte im Langzeitgedächtnis steht mehr Kapazität im Arbeitsgedächtnis zur Verfügung und das Arbeitsgedächtnis kann neue Informationseinheiten aufnehmen.

Duale Codierung. Eine weitere kognitionspsychologische Grundlage ist die duale Codierung. Die duale Codierung geht zurück auf die Forschungsarbeiten von Clark und Paivio (1991) und beschreibt den Prozess der kognitiven Verarbeitung von Informationen (Clark & Paivio, 1991). Diverse Untersuchungen zeigen, dass die Verarbeitung von eintreffenden Informationen in unterschiedlichen kognitiven Subsystemen stattfindet. Bilder, Grafiken und Animationen werden im visuellen Kanal, Sprache, Sprechertext sowie Musik hingegen im auditiven Kanal erfasst

(Seufert & Euler, 2005). Die Informationen werden zwar in unterschiedlichen Kanälen verarbeitet, stehen jedoch im direkten Bezug zueinander. Erst wenn ein piktorales beziehungsweise verbales Modell entstanden ist, findet eine Verknüpfung zu vorhandenem Wissen im Langzeitgedächtnis statt (Mayer, 2009). Wie in Abbildung 2.1 dargestellt, kommen z. B. bei einer multimedialen Präsentation Wörter und Bilder zum Einsatz. Die Wörter und Bilder einer Präsentation treffen als Information über Ohren beziehungsweise Augen auf das sensorische Gedächtnis. Die beiden Kanäle Klänge und bildhafte Vorstellung werden aktiviert, um die Informationen im Arbeitsgedächtnis weiterzuverarbeiten. Da die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses begrenzt ist, findet zuerst eine Selektion der wichtigsten Informationen statt. Danach erfolgt eine Organisation der Informationen und letztendlich die Integration der neuen Informationen in ein verbales oder piktorales Modell. Bei der Organisation der neuen Informationen kann es zu einem Austausch zwischen den Kanälen kommen. Das Wort *Hund* wird beispielsweise nicht nur gehört, sondern kann zusätzlich eine bildhafte Vorstellung erzeugen. Nach der Organisation ist das neue Wissen dann mit dem bereits vorhandenen Wissen integrierbar (Mayer, 2009; Rey, 2009).

Um zu einem mentalen Modell zu gelangen, existieren verschiedene Arten, das Wissen zu strukturieren: (1) Verarbeitungsstrukturen mit Kausalzusammenhängen zu Ursache – Wirkung, (2) Vergleichsstrukturen bei beispielsweise thematisch unterschiedlichen Bereichen mit ähnlichen Abläufen, (3) Generalisierungsstrukturen mit dem Aufbau von detaillierten Hierarchien, (4) Aufzählungsstrukturen durch Listen und (5) Klassifikationsstrukturen wie bei dem Periodensystem in der Chemie (Mayer, 2009; Rey, 2009).

Geschriebenem Text fällt eine Sonderstellung bei der Aufnahme durch Kanäle zu: Zuerst verläuft die Verarbeitung des geschriebenen Textes über den visuellen Kanal, wechselt dann aber auf den auditiven Kanal. Aus diesem Grund beansprucht die Informationsverarbeitung von geschriebenem Text beide Kanäle (Kerres 2013).

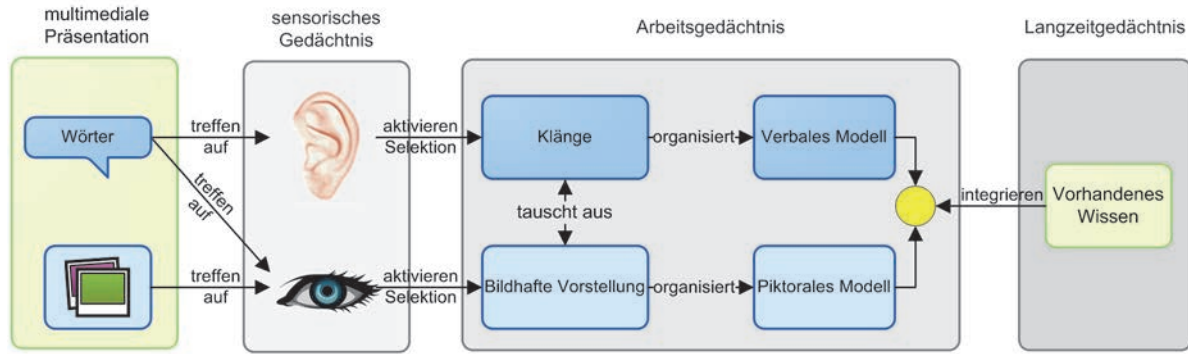


Abbildung 2.1 Duale Codierung,
angelehnt an Mayer (2009)

Cognitive Load Theory (CLT). Die *Cognitive Load Theory* nach Sweller (1994) beruht auf den aufgeführten Annahmen über die Funktion des Arbeits- und Langzeitgedächtnisses und sieht als Grundlage des Lernens das Überführen der neuen Informationen in vorhandene Schemata. Die CLT stützt sich auf der Annahme, das Arbeitsgedächtnis sei nicht in der Lage, mehr als 7 ± 2 Informationseinheiten zu verarbeiten. Entsprechend der CLT treten verschiedene Formen der kognitiven Überlastung im Arbeitsgedächtnis auf: *Intrinsic Cognitive Load*, *Extraneous Cognitive Load* sowie *Germane Cognitive Load*.

Die kognitive Belastung beim *Intrinsic Cognitive Load* bezieht sich auf die Komplexität des Themas und die daraus resultierenden Lernmaterialien. Inwieweit die Lernmaterialien voneinander abhängen und interagieren, beeinflusst möglicherweise auch den Grad des *Intrinsic Cognitive Load*. Der *Extraneous Cognitive Load* ergibt sich durch die Gestaltung der Lernmaterialien und wie viel Aufmerksamkeit der Lernende investieren muss, um an die relevanten Informationen zu gelangen. *Germane Cognitive Load* beschreibt die kognitive Belastung, die beim Lernenden entsteht, wenn er das neue Wissen in das Langzeitgedächtnis überführt, also das neue Wissen in vorhandene Schemata integriert (Sweller, 1994). Der bewusste Transfer vom Arbeitsgedächtnis ins Langzeitgedächtnis muss nur bei sekundärem biologischem Wissen vollzogen werden. Das sekundäre biologische Wissen unterscheidet sich vom primären dadurch, dass es bewusst und teilweise mühevoll gelernt werden muss, wohingegen das primäre Wissen automatisiert angeeignet wird (Mayer, 2009; Rey, 2009).

Um den *Extraneous Cognitive Load* zu reduzieren, listet Sweller (2005) folgende Prinzipien auf: (1) *Worked Example Effect*: Eine Problemlösung zu einer Aufgabe wird dargeboten, um zu vermeiden, dass der Lernende selbst eine Lösungssuche startet und hierfür Kapazitäten des Arbeitsgedächtnisses aufwendet. (2) *Split-Attention Effect*: Lerninhalte, die einen Zusammenhang haben, sollten nicht räumlich oder zeitlich getrennt präsentiert werden. (3) *Modality Effect*: Informationsaufnahme findet über zwei Kanäle statt (auditiv/visuell). Wird ein Kanal überlastet, kann das neu Gelernte nicht optimal in das Langzeitgedächtnis übertragen werden. Daher sollten beide Kanäle gleich beansprucht werden. (4) *Redundancy Effect*: Gleiche Inhalte sollten nicht auf verschiedenen Kanälen präsentiert werden. Manchmal kann der Einsatz zwar sinnvoll sein, wie beim gleichzeitigen Anzeigen und Sprechen von Text, falls dieser Text nicht in der Muttersprache ist. Hauptsächlich führt aber die doppelte Informationsdarbietung zu einer Überbelastung der Kanäle. (5) *Expertise Reversal Effect*: Bei Lernenden mit nur wenig Vorwissen sind Darstellungen in Form von Animationen und dazu begleitend gesprochener Text sinnvoll. Bei fortgeschrittenem Wissen kann der Lernende allerdings auf eine Informationsquelle verzichten. Werden dennoch beide Informationsquellen weiterhin dargeboten, kann das den *effektiven Wissenserwerb* sogar verhindern (Sweller, 2005).

Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML). Neben der CLT ist die CTML eine der wichtigsten Theorien über das Lernen mit multimedialen Inhalten. Die Theorie stammt von Richard E. Mayer (2009). Die CTML beruht auf den oben beschriebenen Annahmen (1) der dualen Codierung (2) einer begrenzten Kapazität des Arbeitsgedächtnisses, wobei hier im Gegensatz zur CLT keine Angaben über die Anzahl der zu verarbeitenden Elemente gemacht werden. Des Weiteren wird davon ausgegangen, (3) neues Wissen werde durch die Bildung von mentalen Modellen konstruiert. Mayer (2009) hat 12 Designprinzipien für die Erstellung von multimedialen Anwendungen definiert, die teilweise mit den Effekten von Sweller (2005) übereinstimmen. Im Folgenden werden alle 12 Designprinzipien erläutert.

Zur Verminderung des *Extraneous Cognitive Load* beschreibt Mayer die folgenden Prinzipien: (1) *Coherence Principle*: Dieses Prinzip besagt, dass der Lernende besser lernen kann, wenn interessante, aber irrelevante und nur schmückende Informationen in Form von Wörtern und Bildern weggelassen werden. (2) *Signaling Principle*: Um dem Lernenden eine bessere Orientierung in der Lernumgebung zu geben, sollten wichtige Inhalte besonders hervorgehoben

werden. (3) *Redundancy Principle*: Diesen Effekt beschreibt bereits Sweller (2005), wobei Mayer (2009) den Standpunkt vertritt, das Entfernen von redundanter Information sei nicht das Allheilmittel für die Produktion von multimedialen Inhalten. (4) *Spatial Contiguity Principle*: Dieses Prinzip hat Ähnlichkeiten mit dem *Split-Attention Effect* und besagt, dass zusammengehörende Inhalte in Form von Text und Bild auf dem Bildschirm oder dem Papier nahe beieinander stehen sollten. (5) *Temporal Contiguity Principle*: Auch dieses Prinzip hat Ähnlichkeiten mit dem *Split-Attention Effect*, bezieht sich allerdings auf die zeitgleiche Darstellung von zusammengehörendem Text und Bild (Clark & Mayer 2011; Mayer, 2009).

Damit der Lernende multimediale Inhalte gut verarbeiten kann und der Wissenstransfer zumindest in das Arbeitsgedächtnis oder sogar in das Langzeitgedächtnis erfolgt, sollten ebenfalls einige Prinzipien eingehalten werden: (6) *Segmenting Principle*: Inhalte sollten so unterteilt und aufgebaut sein, dass häufiger kleinere Sequenzen abspielbar sind und der Lernende selbstgesteuert zum nächsten Abschnitt gehen kann. (7) *Pre-training Principle*: Um multimediale Inhalte besser erfassen zu können, sollte der Lernende zuvor die wichtigsten Konzepte und Fachbegriffe aus dem Themengebiet kennen. (8) *Modality Principle*: Bei komplexen Bildern oder bei der Erläuterung einer Animation ist ein Audiokommentar anstelle einer textuellen Beschreibung des Bildes oder der Animation besser geeignet (Clark & Mayer, 2011; Mayer, 2009).

Der Lernende kann Kapazitäten zur Informationsaufnahme freihaben, nutzt diese aber aufgrund geringer Motivation nicht. Mayer (2009) führt weitere Prinzipien auf, damit die Motivation des Lernenden gesteigert wird. (9) *Multimedia Principle*: Inhalte sollen nicht nur rein textuell beschrieben, sondern auch durch Bilder erläutert werden. (10) *Personalization Principle*: Generell sollte multimedialer Inhalt persönlich gestaltet sein und beispielsweise die persönliche Anrede anstelle der indirekten verwenden. Ein Audiokommentar im Konversationsstil hat außerdem bessere Lernergebnisse erreicht als der Audiokommentar in einem formalen Stil. (11) *Voice Principle*: Des Weiteren hat Mayer (2009) herausgefunden, dass eine freundliche Menschenstimme in einem Audiokommentar lernförderlicher ist als eine Computerstimme. (12) *Image Principle*: Das Einblenden eines Bildes beziehungsweise sogar eines Videos des Sprechers bei einem Vortrag, der aufgezeichnet wurde, konnte hingegen nicht als lernförderlich bestätigt werden (Mayer, 2009).

2.2 Medienobjekte für E-Learning-Lernressourcen

In Abschnitt 1.2.1 wurden alle relevanten Medienobjekte im Kontext der Internetorganisationen identifiziert. Die wichtigsten und in allen Spezifikationen berücksichtigten Medienobjekte sind Text beziehungsweise Hypertext, Bild, Audio, Applikation und Video. Daher wird in diesem Abschnitt auf die genannten Medienbegriffe näher eingegangen und Empfehlungen zur Gestaltung von Medienobjekten werden gegeben.

2.2.1 Text und Hypertext

Text besteht aus Symbolen in Form von Buchstaben, die zu Wörtern zusammengefügt werden. Diese Wörter werden wieder zu Sätzen zusammengefügt (Ballstaedt, 1997; Böhringer et al., 2008). Text ist in der digitalen Welt, wie auch in gedruckter Form, eine lineare Abfolge von Informationen. Die digitale Variante ermöglicht dem Autor zusätzlich, die lineare Struktur zu verlassen und im Text Sprünge zu anderen Textstellen oder weiterführenden Informationen zu machen. Dadurch ist der Leser nicht mehr gezwungen, das Wissen sequenziell durchzuarbeiten, sondern kann kontextbezogen weiterführende Informationen aufrufen. In der digitalen Welt wird daher zwischen (linearem) Text und Hypertext unterschieden (Böhringer et al., 2008; Schulmeister, 2013). Durch den Begriff Hypertext ist es erkennbar, dass ursprünglich die Verknüpfung eines bestimmten Textes mit weiterem Text gemeint war. Inzwischen ist es möglich, Texte auch mit anderen Elementen, wie beispielsweise Audio oder Video, zu verlinken (Schulmeister, 2013).

Text in gedruckter Form weicht wesentlich von Text ab, der am Bildschirm dargestellt wird. Serifen an Buchstaben einer Schrift wie Times New Roman erleichtert dem Leser bei gedrucktem Text das flüssige Lesen. Am Bildschirm können die Serifen bei einer schlechten Auflösung des Monitors gerade das Gegenteil bewirken und durch das Flimmern die Augen schneller ermüden lassen (Thissen, 2003). Daher ist vor allem am Monitor eine ansprechende Gestaltung des Textes extrem wichtig und der Autor muss sich bewusst sein, dass Texte am Monitor bis zu 30 % langsamer gelesen werden als ein Text in gedruckter Form (Ballstaedt, 1997; DIFF, 2000; Mair, 2005; Thissen, 2003).

Textverständnis ist kein einfaches Aneinanderreihen von Buchstaben, sondern erfordert komplexe Vorgänge beim Lesen. Der Text wird zuerst über den visuellen Kanal aufgenommen und

unterliegt einer Selektion. Texte sollten klar und eindeutig, gut gegliedert sowie strukturiert sein und prägnant auf den Punkt gebracht werden (Ballstaedt, 1997; Niegemann et al., 2008; Thissen, 2003). Außerdem animieren Texte mit anregenden Zusätzen zum Weiterlesen (Niegemann et al., 2008). Beim Lesen eines Textes werden folgende Prozesse angestoßen: (1) Der *basale* Prozess umfasst eine Worterkennung und die Silben ergeben eine sinnvolle Bedeutung. (2) Der *semantisch-syntaktische* Prozess verfolgt eine inhaltliche Bezugnahme von Begriffen und Sätzen und dadurch beginnt eine erste Konstruktion des Wissens. (3) Der *elaborative* Prozess verknüpft den Text mit Erlerntem, welches das Erinnern an das neue Wissen erleichtert. (4) Im *reduktiven* Prozess wird das neue Wissen durch den Lernenden reduziert und neu konstruiert und (5) im *rekonstruktiven* Prozess muss der Text immer wieder wiederholt werden, damit das Gelesene schnell abrufbar im Gedächtnis abgespeichert wird (Ballstaedt, 1997; Niegemann et al., 2008).

Text unterliegt allgemeinen Regeln, die in der Literatur zur Typografie zusammengefasst wurden. Jede spezielle Art von Text weist außerdem weitere Regeln und Richtlinien für den Einsatz auf. Ein Text sollte nach Langer, Schulz von Thun und Tausch (2011), die im Verständlichkeitskonzept zusammengefassten Merkmale haben: (1) Die *Einfachheit* ist das wichtigste Merkmal. Sätze sollten kurz und einfach gehalten werden und eine geringe Anzahl an Fremdwörtern beinhalten. Bezogen auf den Grundwortschatz der Zielgruppe sollte nur eine geringe Anzahl an Fremdwörtern verwendet werden. (2) Die *Gliederung* beziehungsweise *Ordnung* unterteilt sich in eine innere und äußere Ordnung, wobei die innere Ordnung für den roten Faden im Text steht und sich auf den Inhalt bezieht, und die äußere Ordnung auf Überschriften, Absätze, Randbemerkungen und ähnliche Formatierungen zielt. Nach Langer et al. (2011) ist es schwierig, das richtige Maß bei der (3) *Kürze* beziehungsweise *Prägnanz* zu finden. Einerseits sollte ein Text keine weitschweifigen Passagen enthalten, aber dennoch den zu lernenden Inhalt ausreichend erläutern. (4) *Anregende Zusätze*, wie persönliche Anekdoten, spielen im Gegensatz zu den zuvor genannten Merkmalen keine relevante Rolle. Auch hier ist es schwierig, ein ausgewogenes Verhältnis zu erhalten, da zu viele Zusätze eine Überbelastung des Arbeitsgedächtnisses hervorrufen können (Langer et al., 2011). Diese und weitere gestalterische Regeln zur Produktion von Text, wie Richtlinien über den Zeilenabstand (Niegemann et al., 2008; Thissen, 2003), wurden in einem Dokument zusammengefasst und kommen in dem hier beschriebenen Vorgehensmodell bei *Literatur und Checklisten* noch zum Einsatz und sind auf der CD

2.2.2 Bilder

Das Medium Bild wird aus technischer Sicht in Raster- und Vektorgrafiken unterteilt. Vektorgrafiken basieren auf Vektoren, die mit Linien und Fülleigenschaften zuerst Formen und im Gesamtwerk dann komplette Bilder ergeben. Vektorgrafiken kommen zum Einsatz, wenn die Grafik auf unterschiedlichen Endgeräten beziehungsweise in verschiedenen Größen dargestellt werden soll. Ein Beispiel hierfür ist das Logo einer Firma. Als Vektorgrafik ist das Logo im Druck auf einem Plakat oder auch im Internet mit einer optimalen Qualität darstellbar, weil es ohne Qualitätsverlust auf verschiedene Größen skalierbar ist (Böhringer et al., 2008; Wäger 2010).

Rastergrafiken sind auf Pixel basierende Bilder, die im Gegensatz zu der Vektorgrafik nicht ohne Qualitätsverlust skaliert werden können. Ein Bild besitzt eine gewisse Anzahl an Pixeln. Bei einer Vergrößerung des Ausschnitts kann der Computer fehlende Pixel nicht hinzufügen. Dadurch kommt es beim Rasterbild zum Aliasing oder auch Treppeneffekt (Böhringer et al., 2008; Wäger 2010). Niegemann et al. (2008) unterteilt Bilder nach Endprodukten und unterscheidet zwischen Abbildern und logischen Bildern. Zu den Abbildern gehören fotorealistische Bilder, texturierte und schematische Abbilder sowie Linienbilder. Logische Bilder sind Charts, Tabellen und Diagramme.

Die Aussage, ein Bild sagt mehr als 1000 Worte, trifft sicherlich häufig zu. Allerdings kann ein Bild auch didaktisch falsch eingesetzt werden und mehr Verwirrung als Klarheit verursachen. Studien zeigen, dass Bilder das Lernen auflockern und gerade bei längeren digitalen Texten den Lernenden mehr motivieren als ablenken (Clark & Mayer 2011; Mayer 2009; Nielsen, 1994). Der zweckmäßige Einsatz von Bildern liegt dann vor, wenn die Bilder bei der Darstellung von Zusammenhängen, zur Veranschaulichung von Abläufen in Ablaufdiagrammen, zur Verdeutlichung von komplexen Zusammenhängen, Handlungsanleitung sowie bei Beispielen verwendet werden (Ballstaedt, 1997; DIFF, 2000; Mair, 2005). Die Bedeutung eines Bildes ergibt sich aus dem Kontext zu dem Text, aus der Komposition und Zusammensetzung zu anderen Bildern oder dem publizierten Umfeld. Wie bei der Verarbeitung von Texten gibt es bei der Verwertung von Bildern verschiedene Ebenen und Prozesse, die zum Teil parallel ablaufen. (1) Beim *präattentiven* Prozess (voraufmerksame Verarbeitung) erhält der Betrachter einen ers-

ten Eindruck von dem Bild und sortiert die Elemente des Bildes bereits in verschiedene Grundmerkmale. Die (2) *aufmerksame Verarbeitung* lässt das Bild und die einzelnen Bestandteile des Bildes automatisch und bewusst analysieren. Die (3) *elaborative Verarbeitung* verknüpft die Informationen aus dem Bild mit vorhandenem Wissen und mit eigenen Assoziationen. Dadurch erhält das Bild einen erweiterten Kontext und die Inhalte werden vertieft (Niegemann et al., 2008; Stapelkamp, 2013).

Die grundlegenden Funktionen eines Bildes sind: (1) einen Überblick geben, (2) räumliche Sachverhalte vermitteln, wie die Beschreibung eines Weges, und (3) Formen und Gegenstände übermitteln (Niegemann et al., 2008). Bei jedem Einsatz von Bildern sollten die im Kapitel zuvor beschriebenen *Modality Principle*, *Redundancy Principle* oder *Contiguity Principle* Beachtung finden. Auch die beschriebenen Effekte, wie z. B. der *Split-Attention Effect*, sind wichtig für die Gestaltung von Bildern, gerade in der Kombination mit Text. Gestaltungsmerkmale wurden wiederum in einer separaten Datei festgehalten und kommen später im Vorgehensmodell zum Einsatz.

Abbildung 2.3 zeigt die Produktion einer Grafik mit dem Programm Photoshop von Adobe. Photoshop ist ein Bildbearbeitungsprogramm für Rastergrafiken. In der Mitte ist die Arbeitsfläche mit der aktuellen Komposition eingeblendet. Auf der linken Seite der Abbildung sind die Werkzeuge von Photoshop und ein Menü für Farben, Farbfelder und Stile zu sehen. Der rechte Bereich weist Farbe, Farbstile sowie Ebenen, Kanäle und Pfade der Komposition auf. Diverse Fenster wurden aus Gründen der Übersichtlichkeit ausgeblendet.

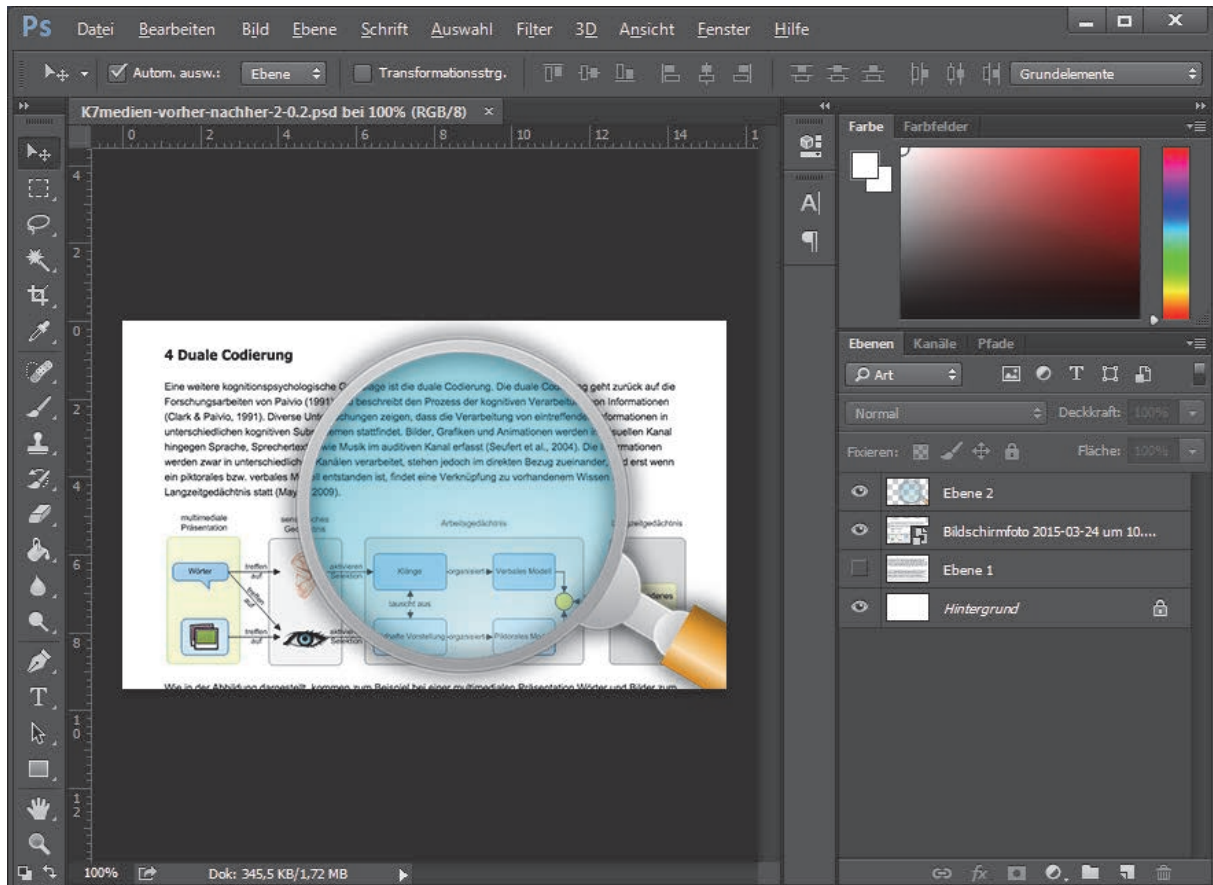


Abbildung 2.3 Produktion einer Grafik mit Photoshop

2.2.3 Audio

Im Audiobereich wurden in den letzten Jahren stetig Neuerungen und Verbesserungen entwickelt. Den Anfang machte der MP3-Codec, der es ermöglicht, sehr große Audiodateien durch kaum hörbaren Qualitätsverlust zu minimieren. Seitdem wurden viele weitere Codecs entwickelt, die alle eine Komprimierung der Audiodateien verfolgen und es dadurch ermöglichen, Sprachdateien, Musik und Klangeffekte mit einer geringen Größe in digitale Lernarrangements einzubringen. Des Weiteren müssen mithilfe von *Streaming Technologien* Audiodateien nicht mehr am Stück heruntergeladen werden, sondern sind je nach Bandbreite des Empfängers sukzessiv nachladbar (Anderson, 2008; Böhringer et al., 2008; Tesar, et al., 2011).

Audio lässt sich in die Elemente Sprache, Soundeffekt und Musik unterteilen. Die gesprochene Sprache kommt zum Einsatz, wenn ein kompletter Text ersetzt werden soll. Dadurch kann ein überladener Bildschirm entlastet werden. Des Weiteren ist der Einsatz von Audio sinnvoll, wenn Sprache als Erläuterung für ein Bild verwendet wird (Niegemann et al., 2008). Bei der

Reihenfolge der Elemente sollte beachtet werden, dass komplexe Bilder vor dem gesprochenen Text eingefügt werden (Kerres, 2013). Durch den Audiokommentar zu einem Bild muss der Lernende nicht immer zwischen Text und Bild wechseln und kann sich, während des Audiokommentars, komplett auf das Verstehen des Bildes konzentrieren (Niegemann et al., 2008). Wie beim Einsatz von Grafik oder Text sollte auch der Einsatz von Audio immer mit einer bestimmten Absicht verbunden sein. Im Bereich E-Learning ist die Verwendung von Audio bisher eher gering und erst in letzter Zeit mit dem Aufkommen von Podcasts gestiegen. Podcasts sind Sendungen, die mittels eines RSS-Feeds abonnierbar sind. Dadurch wird dem Anwender in seinem RSS-Feed-Reader immer die neueste Sendung aus einer Serie angezeigt. Diese Sendung ist wiederum auf Geräten, wie z. B. mobilen Endgeräten, herunterladbar und abspielbar (Bernhardt & Kirchner, 2007). Eine Weiterentwicklung in diesem Bereich sind Podcasts, die durch ein Video angereichert werden und oft ein fachspezifisches Thema behandeln (Franklin & Harmelen, 2007).

In der Werbung übernimmt die Musik psychologische Funktionen, z. B. das Ansprechen der kognitiven, emotionalen oder sozialen Ebene. Gerade die emotionale Ebene und das Erzeugen einer positiven Stimmung können das Lernen verbessern und angenehmer gestalten. Kenworthy (1993) hat nachgewiesen, dass Lernende, die schlecht im Lesen sind, von Audiopassagen profitieren können. Gelesene Textpassagen sollten insbesondere bei Fremdsprachen immer deckungsgleich mit dem geschriebenen Text sein, damit der Lernende die unbekannten Wörter identifizieren kann. Audioelemente sollten so integriert werden, dass sie ohne Probleme gestoppt werden können und erneut abspielbar sind. Außerdem sollte es möglich sein, den Ton komplett zu deaktivieren (Kenworthy, 1993; Thissen, 2003). Beim Einsprechen von Text ist es wichtig, einen professionellen Sprecher einzusetzen (Thissen, 2003).

Flender (2002) unterscheidet in seinem Rahmenmodell zum didaktischen Audio-Design zwischen allgemeinen Funktionen und lernprozess-bezogenen Funktionen. Durch das Rahmenmodell von Flender lassen sich einfache, didaktisch sinnvolle Anwendungen im Audibereich für eine E-Learning-Lernumgebung entwickeln. Die allgemeinen Funktionen der Musik sind „Musik als Merkmal der Raumakustik, Musik als Element des didaktischen Gesamtdesigns, Musik als Funktion der Benutzungsschnittstelle“ (Flender, 2002, S. 43). Die lernprozess-bezogenen Funktionen sind „Aufmerksamkeitssteigerung (-gewinnung, -lenkung) mithilfe von Mu-

sik, Motivierung mithilfe von Musik, Aktivierung von Vorwissen mithilfe von Musik, Darstellung und Strukturierung von Inhalten mithilfe von Musik und Rückmeldung mithilfe von Musik“ (Flender, 2002, S. 43). Flender (2002) hat nicht nur die Funktionen von Musik im Bereich E-Learning beschrieben, sondern konnte auch eine positive Wirkung von Musik auf die Orientierung innerhalb der Lernumgebung durch sogenannte Leitmotive nachweisen.

Abbildung 2.4 zeigt das Audiotbearbeitungsprogramm Audacity, das es ermöglicht, mehrere Spuren Audio miteinander zu mischen, um eine Gesamtkomposition zu erstellen. Mit Effekten, wie beispielweise Ausblenden, Auto-duck, Bass und Höhen etc., die auf dem Screenshot gerade ausgeklappt und am unteren Rand abgeschnitten sind, können die einzelnen Spuren individuell angepasst werden. Im Hintergrund sind zwei Tonspuren zu sehen.

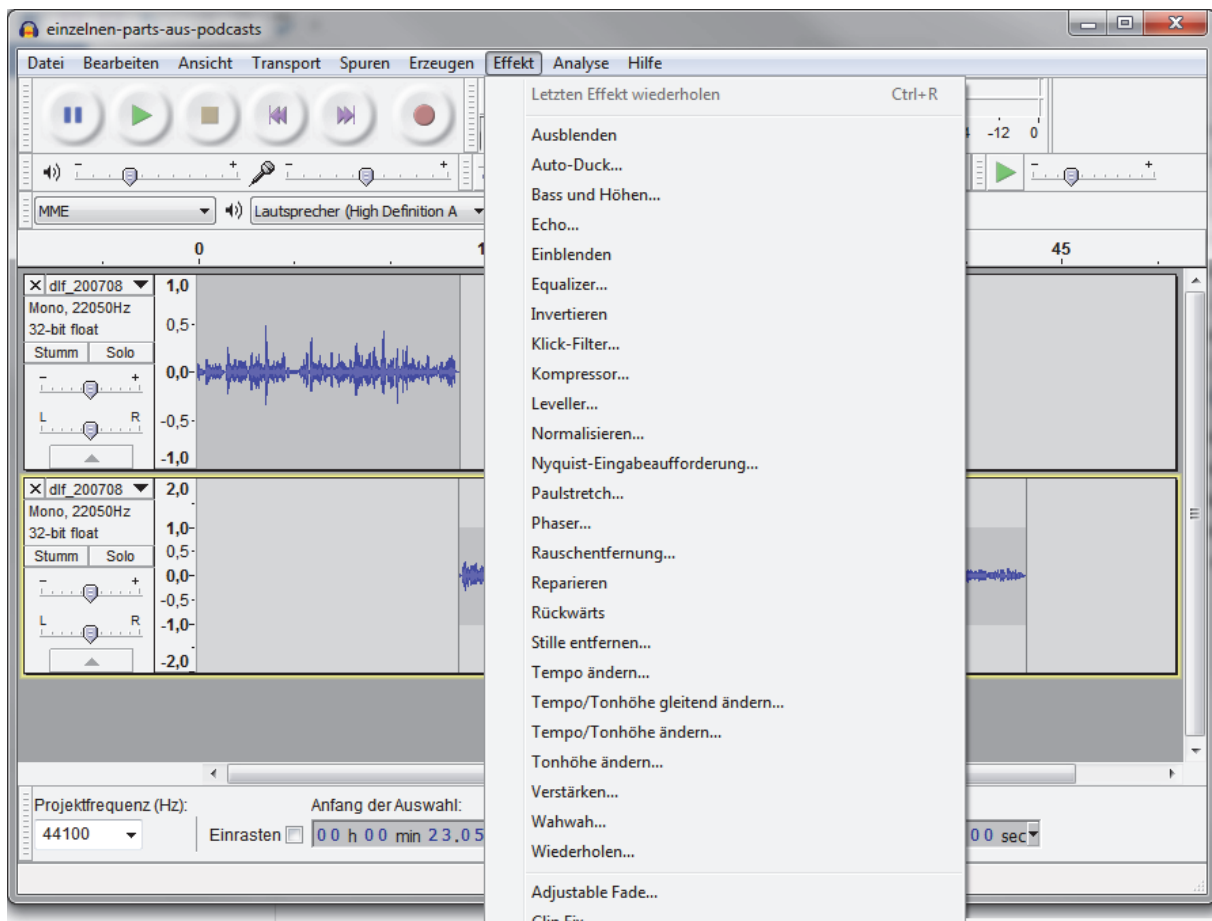


Abbildung 2.4 Produktion einer Audiosequenz mit Audacity

2.2.4 Applikation

Applikationen (engl. *Applications*) sind Anwendungen, die nicht nur im Browser laufen, sondern zusätzliche Abspielvorrichtungen benötigen, wie z. B. einen Medienplayer. An dieser Stelle soll für eine Applikation eine Animation beschrieben werden. Animationen werden mit einer speziellen Software angefertigt und danach als Video exportiert, das zum Abspielen im Browser geeignet ist.

Seit dem Aufkommen von computergestütztem Lernen gibt es auch Animationen. Der didaktische Mehrwert ist nicht immer erkennbar. Häufig entsteht der Eindruck, dass die Animation zum Beeindrucken und nicht als Anschauungsmaterial dienen soll (Niegemann et al., 2008). Das wesentliche Merkmal einer Animation ist im Unterschied zu Bildern die Existenz der Zeit-Ebene. Die Zeit ermöglicht dem Autor, Bewegung in statische Bilder hinzuzufügen und den Eindruck eines filmischen Ablaufes zu vermitteln. Im Gegensatz zu Film und Video werden Bilder und seine Objekte bei einer Animation einzeln bearbeitet und erhalten veränderte Werte, wodurch z. B. eine Bewegung von einem Objekt gezeigt wird. Bei Animationen ist das *Contiguity Principle* sehr wichtig. Das bedeutet ein zeitgleiches Ablaufen der Animation mit der gesprochenen Erläuterung. Studien von Mayer und Moreno (1998) haben ergeben, dass bei Animationen gesprochene Erläuterungen effektiver für das Lernen sind als geschriebener Text. Um den Lernenden nicht mit zu vielen Informationen zu belasten, greift bei Animationen auch das *Segmenting Principle*. Animationen sollten hierfür in kleinere *Chunks*, also Einheiten, aufgeteilt sein. Dadurch kann der Lernende selbst steuern, wann er beispielsweise bereit ist, die nächste Animation oder den nächsten Abschnitt aufzurufen (Rey, 2009).

Außerdem sollten Animationen immer dann zum Einsatz kommen, wenn ein Video durch die realgetreue Darstellung zu viele Informationen transportieren würde. Kleinere Animationen hingegen können die Aufmerksamkeit des Lernenden auf eine bestimmte Stelle innerhalb eines Dokumentes lenken, beispielsweise bei Power-Point-Folien (Deubel, 2003). Eine spezielle Art der Animation ist die Simulation, die bei Lernthemen zum Einsatz kommt, die der Lernende nicht in der Realität üben kann. Beispiele sind das Erlernen eines bestimmten Verhaltens in einer Gefahrensituation oder das explorative Lernen. Beim explorativen Lernen können dynamische Entwicklungen in einer Simulation erläutert werden und der Lernende kann spielerisch

die Werte der Anwendung manipulieren sowie die Auswirkungen auf das Gesamtsystem nachvollziehen, z. B. bei physikalischen Experimenten (Roth, 2008).

Der Lehrende sollte sich beim Einsatz einer Animation überlegen, welche Funktion diese innerhalb des Lernens einnimmt. Niegemann et al. (2008) unterscheidet zwischen folgenden Zwecken. (1) *Dekoration*: Diese Art der Animation soll die Lernmaterialien verschönern und verfolgt zumeist kein didaktisches Ziel und führt daher auch zu keinem Lernerfolg. Um negative Effekte beim Lernenden zu verhindern, sollte der Einsatz solcher Animationen nur sehr einzeln und bedacht sein. (2) *Aufmerksamkeitslenkung*: Ein wichtiger Aspekt bei der Gestaltung von Lernarrangements ist, dass der Lernende seine Aufmerksamkeit komplett auf die Lerninhalte richtet. Animationen können die Aufmerksamkeit auf die relevanten Informationen lenken (Niegemann et al., 2008; Thissen, 2003), aber auch ablenken, wenn die Animationen nicht bewusst und gezielt eingesetzt werden (Thissen, 2003). (3) *Motivierung*: Nachdem die Aufmerksamkeit des Lernenden auf die Inhalte gerichtet wurde, sollten dem Lernenden immer wieder kleinere Animationen dargeboten werden, damit diese initiale Aufmerksamkeit erhalten bleibt und die Motivation dadurch konstant ist. Hierzu gehören kleinere Animationen, z. B. ein positives Feedback nach einer bestandenen Lektion durch einen *digitalen Händedruck* oder eine Animation zu Entspannung und Auflockerung (Niegemann et al., 2008). (4) *Präsentation*: Kerneinsatzgebiet einer Animation liegt in der Präsentation komplexer Inhalte, die mittels eines Bildes nicht mehr umgesetzt werden können (Niegemann et al., 2008; Thissen, 2003). Diese komplexen Inhalte entstehen häufig, wenn der Faktor Zeit wichtig für das Verstehen der Inhalte ist. (5) *Verdeutlichung*: Präsentation und Verdeutlichung hängen unmittelbar voneinander ab und sind sehr ähnlich. Niegemann et al. (2008) hebt als Unterschied zu einer Präsentation hervor, dass eine Verdeutlichung unterschiedliche Perspektiven einnehmen kann. (6) *Übung*: Auch Übungen können in Animationen eingebettet werden beziehungsweise Animationen in Übungen. In beiden Fällen liegt eine Kombination von einer Animation mit darauf folgende Fragen vor. Eine explorative Übung durch entdeckendes Lernen und Fragen ist ebenfalls möglich.

Abbildung 2.5 zeigt eine Animation in der Anwendung Mediator von MatchWare. In der Mitte ist der Arbeitsbereich mit den zu animierenden Elementen, hier die Straßenbahnen, zu sehen. Diese sind momentan noch außerhalb des eigentlichen Bildes und werden entlang der gestrichelten Linie in das Bild hineinfahren. Vorne rechts ist eine Zeitleiste mit dem chronologischen

Ablauf der Animation, den Startpunkten und der Bewegung der Straßenbahnen dargestellt. Links neben den Straßenbahnen sind die Seiten aufgelistet, wobei hier nur eine Seite vorhanden ist. Mediator ist zur Erstellung kompletter Lerneinheiten nutzbar und aus diesem Grund gibt es die Möglichkeit, links neben dem Arbeitsbereich weitere Seiten einzufügen. In dem aktuellen Beispiel ist lediglich eine einzige Seite sichtbar. Des Weiteren werden auf der linken Seite die Objekte der Animation, die Objektpfade sowie die Eigenschaften der Objekte angezeigt.

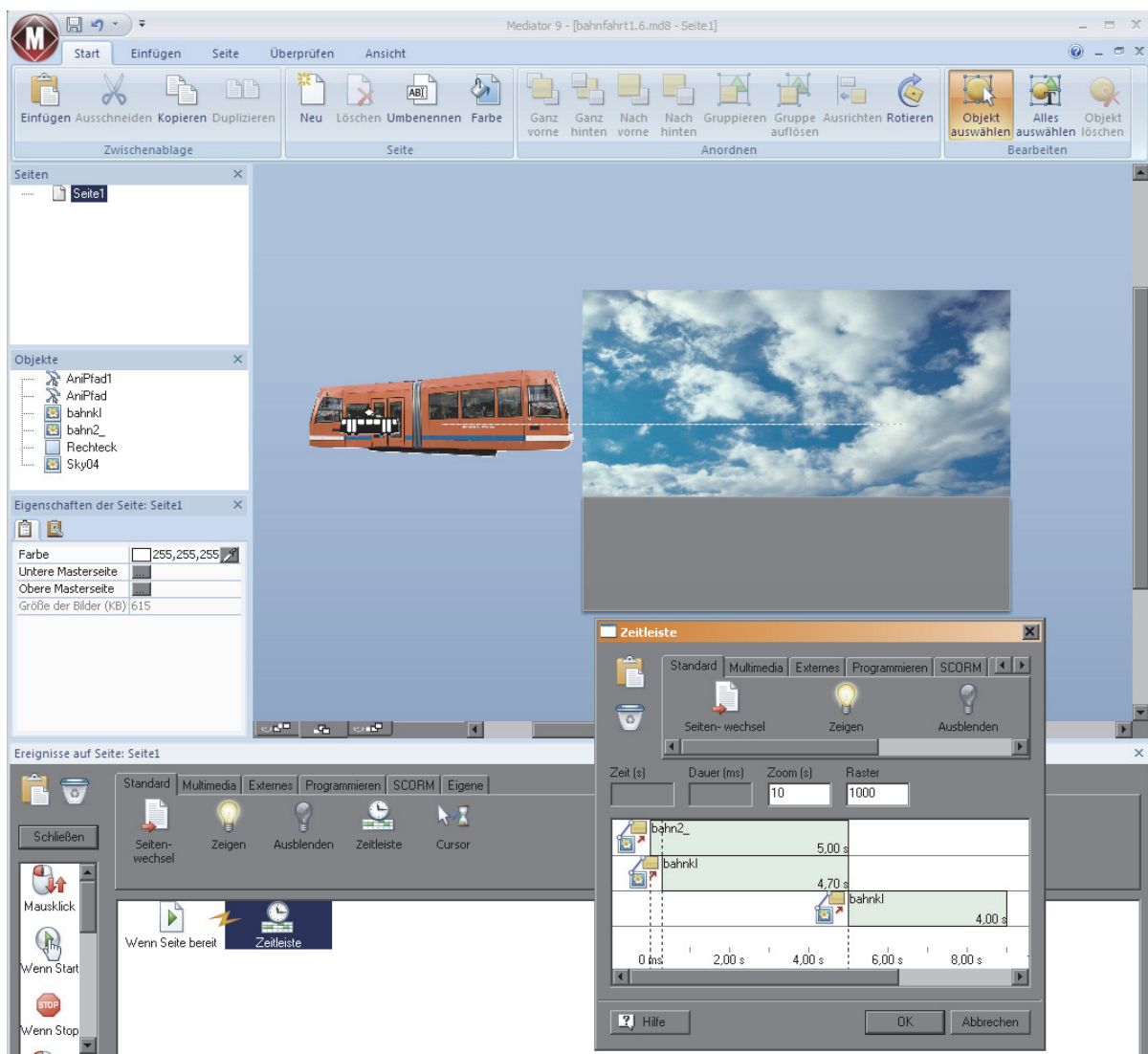


Abbildung 2.5 Produktion einer Animation mit Mediator

2.2.5 Video

Video vereint diverse Eigenschaften, die bereits bei den anderen Medienobjekten beschrieben wurden. Video findet in E-Learning-Lernressourcen durch die Entwicklung von Codecs beziehungsweise Streaming-Verfahren immer mehr Einzug. Die Codecs ermöglichen eine Verringerung des Datenvolumens der Filme und dadurch können kurze Sequenzen oder auch komplette Filme auf eine CD oder DVD gebrannt werden. Durch Streaming können auch Filme in Lernmaterialien eingebettet werden, die überwiegend im Internet laufen oder zur Übertragung von kompletten Lehrveranstaltungen in Kursen genutzt werden (Anderson, 2008; Jokiahio, May, & Scherer, 2014).

Wie bei Animationen kann ein Video durch die zusätzliche Ebene der Zeit komplexe Zusammenhänge besser verdeutlichen. Das Medium Video ist aber im Gegensatz zur Animation realgetreuer. Das bedeutet, dass Farben, Blickwinkel und auditive Wahrnehmung unserem Leben entsprechen. Aus diesem Grund eignet sich das Video für die Demonstration realer Sachverhalte und der Lernende kann insbesondere lebensnahe Situationen gut nachvollziehen. Durch die realitätsnahe Wirkung von Videos werden die Lernenden stark auf der emotionalen Ebene angesprochen. Dadurch kann die Aufmerksamkeit aktiviert und gesteuert werden. Allerdings muss das Video wieder sorgfältig ausgewählt werden, da Emotionen auch negative Effekte hervorrufen könnten. Das Video sollte dahin gehend überprüft werden, ob die dort dargebotenen Informationen den Lernenden nicht überfordern (Deubel, 2003).

Wenn das Video nicht nur Konsum seitens des Lernenden bedeutet, sondern auch eine Interaktionsmöglichkeit bietet, kann es zur Motivation beitragen. Bei der Integration von Videos ist seitens des Anbieters besonders darauf zu achten, dass der Lernende wie bei der Animation die vollständige Kontrolle über das Medium hat, d. h., der Lernende kann den Film nach Belieben stoppen und starten und im optimalen Fall auch innerhalb des Videokapitels beziehungsweise themenweise springen (Niegemann et al., 2008; Thissen, 2003). Ein Video kann in den folgenden drei Formen zum Einsatz kommen: (1) Einführung eines Themas anhand eines Problems, (2) Aufnahme von zu lernenden Abläufen, um im Nachhinein mit dem Lernenden die Aufnahmen zu analysieren und reflektieren, sowie (3) Erstellung eines eigenen Films durch den Lernenden (Niegemann et al., 2008).

Abbildung 2.6 zeigt das Videoschnittprogramm Premiere von Adobe. Im unteren Teil ist der eigentliche Arbeitsbereich, in dem die verschiedenen Videosequenzen mit der dazugehörigen Audiospur zu sehen sind. Links vom Arbeitsbereich ist die Werkzeugleiste, mit deren Hilfe die Videos geschnitten werden. Der obere Bereich zeigt die Vorschau des entsprechenden Videos mit möglichen Effekten. Im oberen Teil ist auch eine Übersicht der verfügbaren Dateien zu sehen.

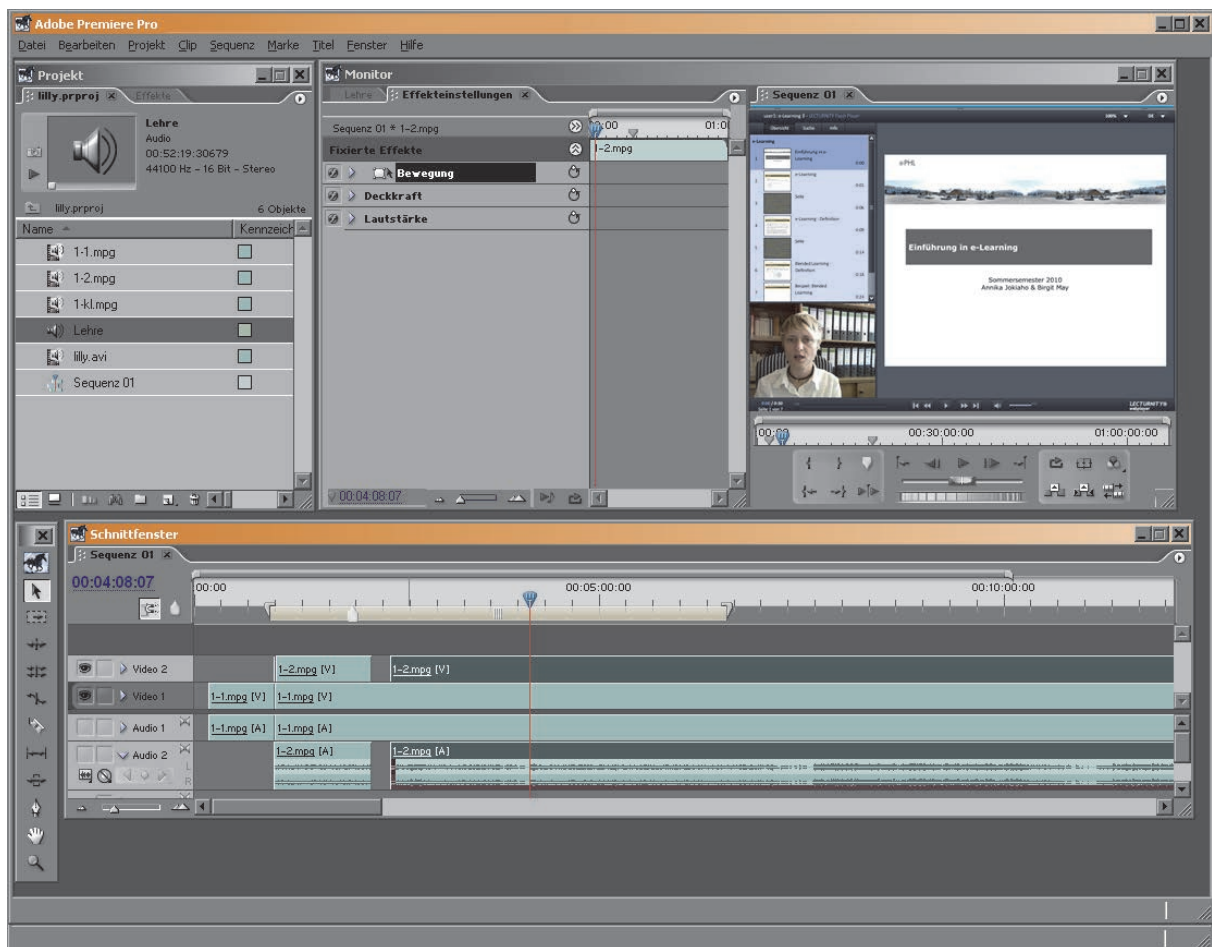


Abbildung 2.6 Produktion einer Videosequenz mit Adobe Premiere

2.3 Ansätze zur Beschreibung von E-Learning-Lernressourcen

Wie in Abschnitt 1.2.2 beschrieben, existieren diverse Standards, die eine Austauschbarkeit der Lerninhalte zwischen verschiedenen Lernsystemen gewährleisten sollen. Diese Standards definieren die Schnittstellen, geben jedoch keinen Einblick in die tatsächliche Zusammensetzung der Objekte. Inhalte innerhalb von E-Learning-Arrangements können den Umfang einer Lektion einnehmen oder nur eine Kombination weniger Medien sein (Heyer, 2005). Um die Dimension von E-Learning-Lernressourcen einzugrenzen, werden in einem ersten Schritt verschiedene Ansätze zur Definition von E-Learning-Lernressourcen untersucht. Hierbei stellen Lernobjekte eine zentrale Rolle für die Beschreibung der Lerninhalte dar.

MASIE (vgl. 1.2.4) beschreibt ein Lernobjekt als „the smallest piece of instructionally sound stand-alone content. In this case, the Learning Object contains all the elements to cover a single learning objective, i.e., the objective, an introduction, the informational content to meet the objective, a summary, and, finally, an assessment“ (The MASIE Center, 2003, S. 44). Der Begriff *learning object* wurde von Wayne Hodgins 1994 eingeführt. 1994 initiierte er eine Arbeitsgruppe namens „*Learning Architectures, APIs and Learning Objects*“. Seither steht das Lernobjekt für ein Konzept zur besseren Austauschbarkeit von Lerninhalten und den Versuch, die Lerninhalte so granular zu gestalten, dass diese mehrfach einsetzbar sind (Polsani, 2003). Das Lernobjekt ist jedoch in der Literatur unterschiedlich beschrieben und erfährt je nach Autor eine andere Dimension. Im Folgenden werden drei wesentliche Beschreibungen von Lerninhalten dargestellt.

2.3.1 E-Learning-Lernressourcen nach Baumgartner

Auf der einen Seite erwähnt Baumgartner (2007) in einem Artikel das Autodesk-Learning-Modell positiv dafür, dass es ein Aggregationsmodell ist, „bei dem eine bestimmte Konfiguration von Elementen der unteren Ebene die Bausteine der oberen hierarchischen Ebene formt“ (Baumgartner, 2007, S. 155). Zusätzlich hebt Baumgartner hervor, dass das Autodesk-Learning-Modell zumindest ein Lernziel einführt, wobei immer noch unklar sei, wie dieses Lernobjekt zur besseren Wiederverwendbarkeit eingesetzt werden kann. Baumgartner kritisiert auch den nur unzureichend beschriebenen Übergang von einem Informationsobjekt zu einem Lern-

objekt. Es wird zwar geäußert, welchen Umfang das Lernobjekt haben sollte (7 +/- 2 Informationsobjekte), jedoch ist unklar, nach welchen inhaltlichen Konzepten hier vorzugehen ist (Baumgartner, 2007).

Andererseits kritisiert Baumgartner (2007) am Autodesk-Learning-Modell das Fehlen einer didaktischen Ausrichtung. Er stellt weiter fest, dass ein hoher Grad an didaktischer Umsetzung bei E-Learning-Lernressourcen den Einsatz der Ressourcen in unterschiedlichen Zusammenhängen reduzieren kann. Baumgartner bemängelt die rein inhaltlich orientierte Sichtweise bei der Wiederverwendung von Lerninhalten und vermisst die didaktische Sicht. Beim Übergang im Autodesk-Learning-Modell von Ebene 2, den *Information Objects*, zur Ebene 3, den *Learning Objects*, entstehen aus inhaltlichen Elementen seiner Ansicht nach plötzlich Lernobjekte, ohne einen Hinweis darauf, wie diese Entstehung tatsächlich stattfindet. Einen Anhaltspunkt bietet zwar Millers Erkenntnis, dass nicht mehr als 7 +/- 2 Elemente zum Einsatz kommen sollten, weitere Anweisungen zur Didaktisierung fehlen allerdings gänzlich (Baumgartner, 2007). Außerdem steht eine umfangreiche Verwendung von Lernmaterialien in Form von Lernobjekten aus didaktischer Sicht in einem extremen Widerspruch zur Wiederverwendung. Sollen E-Learning-Lernressourcen kontextfrei produziert werden, um somit einen optimalen *return of investment* (ROI) und Wiederverwendung zu gewährleisten, leidet die Didaktik in ihrem eigentlichen Sinne, die Lerninhalte gerade kontextbezogen zu erstellen (Baumgartner & Kals, 2005). Um diese Widersprüche aufzulösen und eine höhere Wiederverwendung von E-Learning-Lernressourcen zu erreichen, beschreibt Baumgartner (2007) ein Beispiel eines konzeptionellen Lernobjektes. Durch die Kombination eines Informationsobjektes mit dem Lernziel kommt Baumgartner zu einem Lernobjekt, das folgenden Aufbau hat.

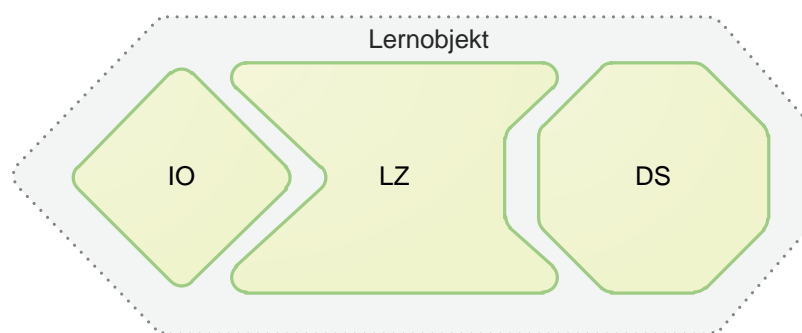


Abbildung 2.7 Aufbau eines Lernobjektes, angelehnt an Baumgartner (2007)

Das Lernobjekt besteht hier aus dem *Informationsobjekt (IO)* und dem *Didaktischen Szenario (DS)*. Das *Lernziel (LZ)* verbindet die beiden Komponenten und stellt das Bindeglied zwischen *Informationsobjekt* und *Didaktischem Szenario* dar (vgl. Abbildung 2.7). Von den Lernzielen ausgehend werden das *Informationsobjekt* und das *Didaktische Szenario* beeinflusst, und das Lernziel „fungiert damit als Scharnier um dessen Achse sich Inhalte und Didaktik drehen“ (Baumgartner, 2007, S. 16). Die *Didaktischen Szenarien* sollen so neutral beschrieben werden, dass sie, wie beim Film oder im Theater in diversen Genres wie Kriminalfilm, Heimatfilm nutzbar sind. Das würde für den Bereich E-Learning bedeuten, dass das *Didaktische Szenario* für unterschiedliche fachliche Inhalte angewandt werden kann. Um *Informationsobjekte* und *Didaktische Szenarien* besser beschreiben zu können, bedient sich Baumgartner (2007) der Taxonomie der Lernziele nach Anderson und Krathwohl (2001). Die Bloom'sche eindimensionale Taxonomie der Lernziele mit den kognitiven Prozessen (Kenntnisse/Wissen, Verstehen, Anwenden, Analyse, Synthese, Beurteilung) wurde durch Anderson und Krathwohl (2001) um eine Dimension erweitert und die vorhandenen kognitiven Prozesse wurden ebenfalls überarbeitet. Diese überarbeiteten Dimensionen werden im Folgenden beschrieben.

Wissensdimension

Die Wissensdimension wird bei Anderson und Krathwohl (2001) durch die vier Wissensdimensionen *Faktenwissen*, *Konzeptwissen*, *Prozesswissen* und *metakognitives Wissen* unterschieden. Die *Informationsobjekte* sollen nach Baumgartner (2007) mittels der Wissensdimensionen erweitert werden und die *Didaktischen Szenarien* erhalten eine Ausweitung durch die Dimension der kognitiven Prozesse.

Anderson und Krathwohl (2001) verstehen unter *Faktenwissen* das Wissen über isolierte Inhaltselemente, sogenannte *bits of information* und das Wissen über die grundlegenden Begriffe eines Themenkomplexes. Das *Konzeptwissen* vermittelt Klassifikationen und Kategorien zu einem Thema und deren Theorien, Modelle, Strukturen sowie Prinzipien. Das *Prozesswissen* beinhaltet das Wissen über die themenspezifischen Algorithmen, Techniken und Methoden sowie die Kenntnisse darüber, wann welche Methode zum Einsatz kommen sollte. Die

letzte Stufe des Wissens ist das *metakognitive Wissen*. Dieses Wissen repräsentiert das Verständnis für den eigenen Lernprozess und auf welcher Stufe des Themas der Lernende sich selbst im Kontext des gesamten Themenbereichs einstuft (Anderson & Krathwohl, 2001).

Kognitive Prozesse

Anderson und Krathwohl (2001) unterscheiden 6 kognitive Prozesse. Unter dem kognitiven Prozess *Erinnern* verstehen Anderson und Krathwohl (2001) das Abrufen von Informationen aus dem Langzeitgedächtnis, wie z. B. relevante Ereignisse in einem Themengebiet. *Verstehen* wird durch Interpretation, Erläuterung, Klassifizierung, Zusammenfassung, Rückschlüsse, Vergleichen oder Erklärung von vorhandenem Wissen erzeugt, z. B. der Vergleich unterschiedlicher politischer Systeme miteinander. *Anwenden* bedeutet das Ausführen und die Implementierung des Wissens in einer konkreten Situation, wie die Einschätzung, in welcher Situation das zweite Gesetz von Newton angebracht werden sollte. *Analysieren* ist das Differenzieren, Organisieren und Zuordnung von gelerntem Wissen, wie die Meinung eines Schriftstellers im Kontext seiner eigenen politischen Einstellung wiederzugeben. Zum *Bewerten* gehört das Überprüfen und kritische Abwägen von Informationen, wie die Einschätzung, welche Methode am besten geeignet ist, um ein bestimmtes Problem zu lösen. *Erzeugen* beinhaltet die Generierung, die Planung und die Erzeugung von neuem Wissen, z. B. das Aufstellen einer Hypothese aufgrund von gemachten Beobachtungen (Anderson & Krathwohl, 2001). Tabelle 2.1 kombiniert die im Abschnitt zuvor beschriebene Taxonomie der Lernziele nach Anderson und Krathwohl (2001) mit den Lernobjekten und Didaktischen Szenarien nach Baumgartner (2007). Die Lernobjekte werden den kognitiven Prozessen *Erinnern*, *Verstehen*, *Anwenden*, *Analysieren*, *Bewerten* und *Erzeugen* zugewiesen. Die Informationsobjekte lassen sich über die Wissensdimensionen *Faktenwissen*, *Konzeptwissen*, *Prozesswissen* und *Metakognitives Wissen* näher beschreiben.

Tabelle 2.1 Kognitive Prozesse und Wissensdimensionen mit Lern- und Informationsobjekt

Informationsobjekt	Wissensdimension	Lernobjekt					
		Kognitive Prozesse					
		Erinnern	Verstehen	Anwenden	Analysieren	Bewerten	Erzeugen
	Faktenwissen						
	Konzeptwissen						
	Prozesswissen						
	Metakognitives Wissen						

2.3.2 <ML>³

Ein weiterer Ansatz zur Beschreibung von E-Learning-Lernressourcen ist die *Multidimensional Learningobjects and Modular Lectures Markup Language* <ML>³, die an der Universität Rostock (2015) entwickelt wurde. Die größte Einheit der XML-basierten Dokumentenbeschreibungssprache <ML>³ sind Module, die ein Thema abdecken. Der empfohlene maximale zeitliche Umfang zur Vermittlung der Inhalte ist auf acht Stunden begrenzt. Mehrere Module können zu einem Kurs zusammengefasst werden und wiederum aus mehreren Lektionen bestehen. Das Konzept von <ML>³ besteht aus der Beschreibung des Inhaltes, der Möglichkeit einer Skalierung sowie Interoperabilität und Wiederverwendung. Interoperabilität und Wiederverwendung werden gewährleistet, indem <ML>³ zwischen Inhalt und Struktur trennt und die <ML>³-Beschreibung LOM-kompatibel ist (Voigt & Tavangarian, 2003). Eine Skalierung ist möglich, indem <ML>³ bei den Eigenschaften von E-Learning-Lernressourcen mit drei Attributen arbeitet, *intensity* (Intensität), *target* (Zielgruppe) und *device* (Endgerät).

Die Werte dieser Attribute werden wie folgt festgelegt. (1) *Target*: Die Zielgruppe kann beim <ML>³ die Werte Lehrender oder Lernender einnehmen, wobei der Lehrende beispielsweise Hinweise zur didaktischen Umsetzung des Moduls erhält und für den Lernenden Übungen angezeigt werden, sodass dieser seinen Lernfortschritt besser kontrollieren kann. (2) *Intensity*:

Das Attribut *intensity* kennt beim <ML>³ die Werte *basic*, *advanced* und *expert*. Die Werte geben an, in welcher Tiefe das Thema behandelt und wie viel Zeit für das Modul benötigt wird. *Basic* entspricht einer Dauer von ca. zwei Stunden. Die Behandlung des gleichen Themas mit der Intensität *advanced* benötigt vier Stunden und die Intensität *expert* beansprucht die kompletten acht Stunden des Moduls. (3) *Device*: Dieses Attribut variiert bei <ML>³ von *script* (Druck) über *slide* (Präsentation) bis *online*, das eine Zusammenfassung des Skriptes und aller dargebotener Multimediaelemente online anbietet (Universität Rostock, 2015).

Abbildung 2.8 zeigt <ML>³, das zwischen folgenden „wichtigsten Informationsklassen von Lehrmaterialien“ unterscheidet (Voigt & Tavangarian, 2003, S. 10). Unter (1) *algorithm* versteht <ML>³ die schrittweise Beschreibung eines Lösungsweges zu einer Aufgabe. (2) *Definition* beschreibt einen Begriff, wohingegen (3) *description* ein Thema erläutert. (4) *Example* ist ein Beispiel zur Veranschaulichung eines Themas und (5) *quotation* referenziert auf eine andere Quelle. (6) *Remark* ist eine Ergänzung zu einem zuvor ausgeführten Thema und (7) *tasks* beinhaltet Übungen und Aufgaben. (8) *Theorem* ist ein Lehrsatz im mathematischen Sinne und (9) *tip* eine Hilfe zu einem Sachverhalt (Voigt & Tavangarian, 2003). Die Übungen und Aufgaben können aus den Aufgabentypen Drag und Drop (*drag’n’drop*), Aufsatz (*essay*), visuelle Multiple Choice (*image choice*), Multiple Choice (*multiple choice*), Lückentext (*fillBlanc*), Frage, die entweder mit ‚ja‘ oder mit ‚nein‘ zu beantworten ist (*yesNo*) oder sonstige, formfreie Fragestellung (*free*) bestehen (Voigt & Tavangarian, 2003).

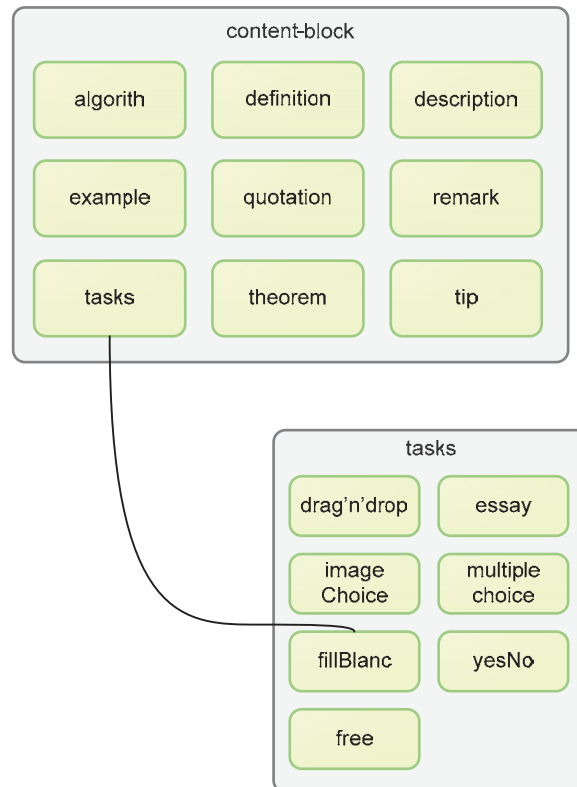


Abbildung 2.8 Inhaltsauszeichnungen in <ML>³,
angelehnt an Voigt & Tavangarian (2003)

<ML>³ verweist durch seine technischen Strukturvorgaben darauf, dass es wichtig ist, die Elemente *intensity*, *target* und *device* zu berücksichtigen. Die im <ML>³ beschriebenen Attribute, insbesondere die Elemente *target* und *device*, sind nicht mehr zeitgemäß und müssen um neuere Attribute, wie *mobile device*, erweitert werden.

2.3.3 Das Cisco-System-Modell

Das Cisco-System-Modell ist ein weiterer Versuch, Lernobjekte zu beschreiben, und stellt nach Heyer (2005) das pädagogisch ausgereifteste Modell dar (Heyer, 2005). Die obersten Unterscheidungen sind *Course* und *Module*. Module werden wiederum in *RIO* (*Reusable Information Object*) und *RLO* (*Reusable Learning Object*) unterteilt, wobei Cisco zur Vermeidung von Verwirrungen die Begriffe RIO und RLO durch die im didaktischen Umfeld gängigeren Begriffe *Lesson* (Lektion) und *Topic* (Thema) ersetzt hat. Wie in Abbildung 2.9 dargestellt, besteht ein *Topic* aus einem *Overview* (Überblick), einer *Summary* (Zusammenfassung), der *Practice* (Übung) und dem *Assessment* (Wissensprüfung) sowie einer Kollektion an *Topics*. Diese sind

hier bereits aufgeteilt in die Informationstypen *Procedure*, *Fact*, *Concept* und *Process* (Cisco Systems, 2003). Das Lernobjekt nach Cisco verfolgt ein Lernziel. In älteren Spezifikationen beschreibt Cisco den Ablauf aus einer Vorprüfung des Wissens (*pre Assessment*) mit entsprechender Auswahl des nächsten Lernobjektes nach Bestehen des Tests. Wird der Test nicht bestanden, kann der Lernende die Informationsobjekte in beliebiger Reihenfolge abarbeiten, da es vorkommen kann, dass ihm lediglich ein Teilaspekt aus dem kompletten Lernobjekt fehlt (Cisco Systems, 1999). Insoweit ist er nicht gezwungen, den festen Ablauf einzuhalten, wohingegen Neulinge zum Thema einen empfohlenen Ablauf vorfinden.

Topics beruhen laut Cisco auf den fünf Informationstypen *concept*, *fact*, *process*, *principle* und *procedure*, die nach Clark (Clark, 2008; Clark & Mayer, 2011) entwickelt und angepasst wurden, aber stark an die Wissensdimensionen von Anderson und Krathwohl (2001) erinnern (Anderson & Krathwohl, 2001; Cisco Systems, 2003). Clark (2008) beschreibt ausführlich, wie die einzelne Wissensdimension am besten unterrichtet werden kann (Clark, 2008).

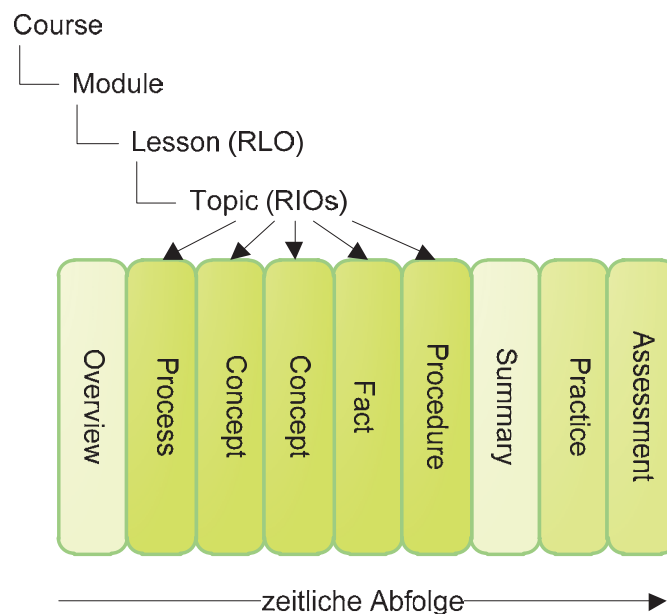


Abbildung 2.9 Aufbau eines Lernobjektes, angelehnt an Cisco (2003)

2.4 Didaktisierung von E-Learning-Lernressourcen

Die drei Definitionen von Lernobjekten haben gezeigt, dass der Umfang und die Beschreibung von Begriffen, wie Lernobjekt oder Lektion, in der Literatur stark variieren. Zum besseren Verständnis wurde das Lernobjekt häufig mit der LEGO-Metapher belegt (Wiley, 2000). Aber auch die LEGO-Metapher musste bereits einer weiteren Metapher, der Atom-Metapher, weichen, weil – wie bei Atomen – nicht jeder Lerninhalt beliebig mit jeder Methode kombinierbar ist (Baumgartner & Kalz, 2005; Wiley, 2000). Nach Baumgartner (2007) können Informations- und Lernobjekte der LEGO-Metapher nur dann entsprechen, wenn nicht nach der Größe des optimalen Objektes gesucht wird. Vielmehr sollte das Lernziel mit einbezogen werden, damit Anforderungen an ein Lernobjekt verknüpft (oder gekoppelt) werden können. Denn LEGO hat seine Bausteine bereits differenziert, um den Kindern bei einer maximalen Bauflexibilität einen gewissen Kontext zu liefern. Baumgartner (2007) versucht daher, ähnlich wie im CISCO-Modell, die Aspekte aus der Taxonomie von Anderson und Krathwohl (2001) in die Beschreibung der Informations- und Lernobjekte einzubeziehen. Das <ML>³ unterscheidet weiter nach Zielgruppen und nimmt zusätzlich den Aspekt des Mediums hinzu, auf dem der Lerninhalt präsentiert werden soll. Daher sollen in einem nächsten Schritt die Begriffe Informationsobjekt, Lernobjekt, Lektion und Kurs genauer beschrieben werden und Aspekte der Didaktisierung sowie der unterschiedlichen Modelle zu Lernobjekten herausgearbeitet werden.

2.4.1 Informationsobjekt

Das Informationsobjekt einer E-Learning-Lernressource setzt sich aus 7 +/- 2 Medienobjekten zusammen und weist einen hohen Grad an Wiederverwendung auf. Um diese Wiederverwendung eines Informationsobjektes zu gewährleisten, wird in den unterschiedlichen Modellen und Beschreibungen dem Informationsobjekt noch keine didaktische Funktion zugeschrieben.

Unter Verwendung der Wissensdimensionen nach Anderson und Krathwohl (2001) lassen sich Informationsobjekte weiter dadurch charakterisieren, ob sie Fakten-, Konzept- oder Prozesswissen vermitteln. Die Wissensdimension *metakognitives Wissen* wird an dieser Stelle ausgeklammert, da auf der Stufe eines Informationsobjektes ohne didaktische Grundlage kein metakognitives Wissen vermittelbar ist. Ein Informationsobjekt, das etwa Faktenwissen vermitteln soll, besteht dann aus mehreren Medienobjekten, wie einem Text in Kombination mit

einem Bild, wohingegen Konzeptwissen durch ein Medienobjekt in Form einer Animation erläutert werden kann. Prozesswissen ist beispielsweise mit den Medienobjekten Bild, Text und Simulation in Kombination anschaulich darstellbar (vgl. Abbildung 2.10).

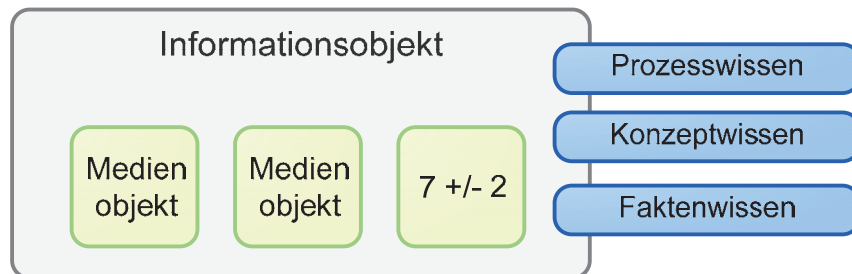


Abbildung 2.10 Informationsobjekt

2.4.2 Lernobjekt

Abbildung 2.11 veranschaulicht, dass Lernobjekte aus didaktisch sinnvoll verknüpften Informationsobjekten bestehen, die genau ein Lernziel verfolgen.

Um ein Lernziel zu erreichen, wird exakt ein kognitiver Prozess beschrieben, wie Erinnern, Verstehen, Anwenden, Analysieren, Bewerten oder Erzeugen. Außerdem kann das Lernobjekt zum Erlangen eines Lernziels genau eine E-Learning-Methode verwenden. E-Learning-Methoden sind eine Kombination aus Methoden mit E-Learning-Technologien. Die E-Learning-Technologien stammen aus dem Bereich der Internettechnologien zur Kommunikation und Kooperation (z. B. Chat, Forum oder Videokonferenzsysteme), aus dem Bereich der virtuellen Lernplattformen (z. B. Lernplattform und virtueller Klassenraum) oder können aus dem Web 2.0-Bereich (z. B. Blogs, Wiki, Podcast, RSS-Feeds, Social Bookmarking, Media sharing Services, Live-Streaming, Online-Office-Anwendungen oder Mindmapping) kommen (Jokiaho, 2015). Eine E-Learning-Methode ist dadurch eine didaktische Methode, die eine oder mehrere E-Learning-Technologien verwendet. Jokiaho (2015) beschreibt eine Reihe von E-Learning-Methoden, z. B. virtuelles Brainstorming, Online-Diskussion, Online-Beratung, Online-Mindmapping, digitale Modellrekonstruktion, Online-PQ4R-Methode und virtuelles Think-Pair-Share im Detail (Jokiaho, 2015). Neue E-Learning-Methoden können gebildet werden, indem beliebige herkömmliche Methoden wie Blitzlicht, aktives Zuhören und Schreiben, Feedback etc. mit den E-Learning-Technologien kombiniert werden.

Durch den Einsatz von Lernobjekten in unterschiedlichen Kombinationen und Komplexitäten mit der E-Learning-Methode wird der angewandte kognitive Prozess abgegrenzt. Der kognitive Prozess *Erinnern* kann beispielsweise das Lernziel haben, alle Fachbegriffe zu einem bestimmten Thema zu sammeln. Das Lernobjekt könnte mit einem Informationsobjekt in Kombination mit der E-Learning-Methode virtuelles Brainstorming realisiert werden, indem die Lernenden gemeinsam im Online-Mindmapping Fachbegriffe aus einem Themenkomplex sammeln. Der kognitive Prozess *Analysieren* wird z. B. durch mehrere Informationsobjekte und die E-Learning-Methode Online-Diskussion realisiert. Der Lernende wendet etwa das Wissen aus den Informationsobjekten an, indem er in einem Online-Diskussionsforum Konsequenzen für einen bestimmten Sachverhalt beurteilt. Für den kognitiven Prozess *Bewerten* könnte beispielsweise durch mehrere Informationsobjekte ein neues Thema erlernt werden, das wiederum mit der E-Learning-Methode digitales Entscheidungsspiel das Lernziel der *Reflexion* eines Themas verfolgt. Digitales Entscheidungsspiel wäre eine E-Learning-Methode, die sich aus der Methode Entscheidungsspiel und der E-Learning-Technologie Blog zusammensetzt. Beim Entscheidungsspiel sollen Teilnehmer zu provokanten Thesen Stellung nehmen. Beim digitalen Entscheidungsspiel werden den Teilnehmern die Thesen in einem Textdokument oder auf einem virtuellen Plakat präsentiert und sie erhalten den Arbeitsauftrag, in ihrem persönlichen Blog die Thesen zu diskutieren und zu bewerten.

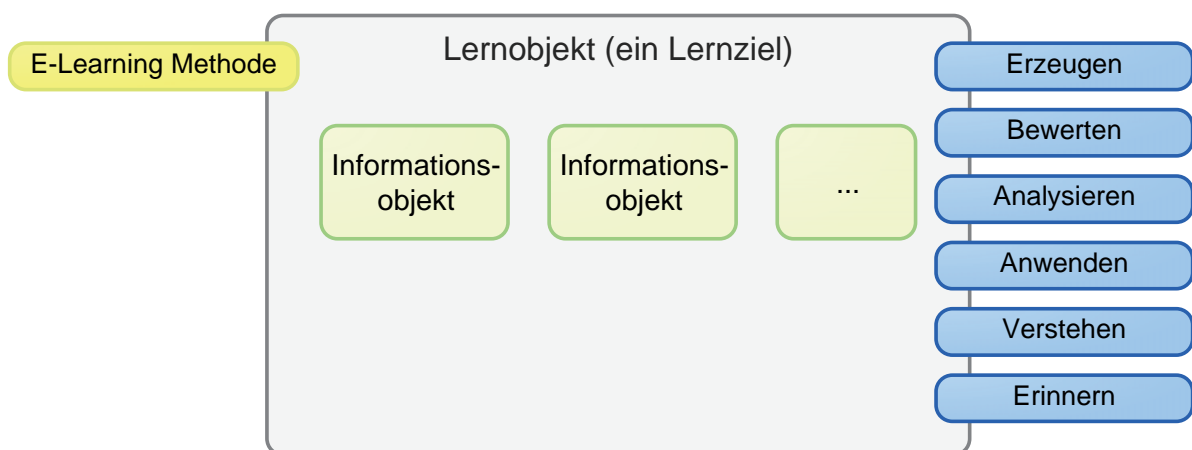


Abbildung 2.11 Lernobjekt

2.4.3 Lektion

Lektionen bestehen aus mehreren Lernobjekten und verfolgen dadurch ein Lernziel oder mehrere Lernziele.

Die Lektion als E-Learning-Lernressource gliedert sich, wie in Abbildung 2.12 zu sehen ist, in die Bereiche Überblick, Lernobjekte – abhängig von den Lernzielen, die innerhalb der Lektion verfolgt werden – Zusammenfassung, Übung und Prüfung. Dadurch, dass die Lernobjekte mindestens eine E-Learning-Methode verwenden, sind die E-Learning-Methoden ebenfalls Bestandteil der Lektion. Bei der Gestaltung der Übung können zusätzlich eine oder mehrere E-Learning-Methoden zum Einsatz kommen.

Nach der Bearbeitung der Überblick, der einzelnen Lernobjekte und der Zusammenfassung werden die unterschiedlichen Lernziele innerhalb der Lektion mithilfe einer Übung umfassend überprüft. Die Ausgestaltung der Übung mit entsprechenden E-Learning-Methoden und die Existenz einer Prüfung innerhalb der Lektion stehen in einem engen Zusammenhang mit dem Kurs. Je nachdem, welches didaktisches E-Learning-Szenario ausgewählt wird, sind manche E-Learning-Methoden für einen Kurs mehr oder weniger zu empfehlen.

Die Lektion gibt zielgruppenspezifische Hinweise, wie in der Lektion vorgegangen werden soll. Hierbei erhält der Lehrende Anweisungen über den chronologischen Ablauf der Lektion oder bekommt in der Übung mögliche Lösungswege skizziert. Der Lernende hingegen bekommt einen Hinweis, ab wann eine Lektion als absolviert beziehungsweise im Falle, dass eine Prüfung Teil der Lektion ist, als bestanden gilt. Eine Lektion kann auf verschiedenen Medien (*devices*) dargestellt werden und sollte den Eigenschaften des Gerätes entsprechend unterschiedlich gestaltet sein. <ML>³ unterscheidet an dieser Stelle lediglich zwischen einer Präsentation, Online-Inhalten und einem Skript. Diese Stufen können durch die Varianten Computer, Tablet und Smartphone erweitert werden.

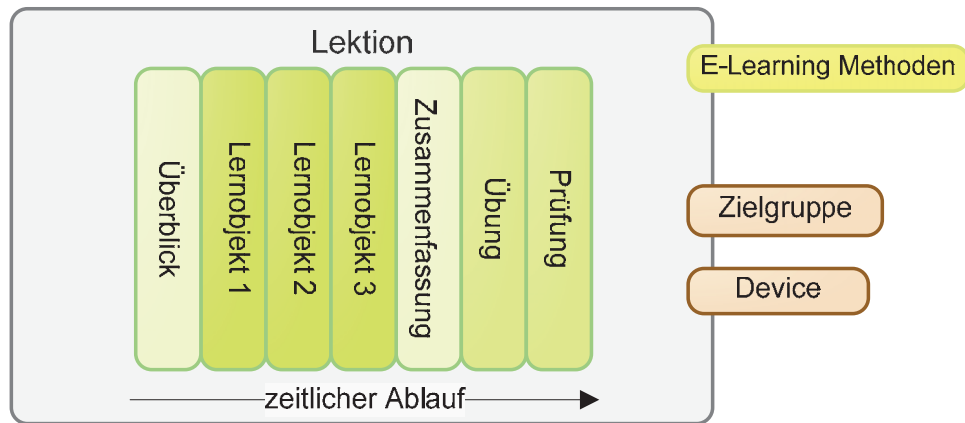


Abbildung 2.12 Lektion

2.4.4 Kurs

Abbildung 2.13 stellt den schematischen Aufbau eines Kurses dar. Dieser setzt sich aus diversen Lektionen zusammen und kann ein didaktisches E-Learning-Szenario berücksichtigen.

Ein didaktisches E-Learning-Szenario ist eine Kombination aus didaktischen Szenarien (Disputation, Exkursion, Fallstudie, Planspiel, Übung etc.) mit einer oder mehreren E-Learning-Methoden. Jokiahio (2015) unterscheidet zwischen den didaktischen E-Learning-Szenarien digitale Fallstudie, E-Projekt, Online-Seminar, digitale Übung und virtuelle Vorlesung (Jokiahio, 2015). In Abhängigkeit von der Auswahl des didaktischen E-Learning-Szenarios sollten die Übungen in den Lektionen gestaltet werden.

Dementsprechend ist die Verwendung der E-Learning-Methode Online-Beratung in einer digitalen Übung adäquat, in einer virtuellen Vorlesung allerdings weniger passend. In einer virtuellen Vorlesung sind viele Teilnehmer zu erwarten, sodass eine begleitende Online-Beratung der einzelnen Teilnehmer zu viel Zeit in Anspruch nehmen würde. Bei einer geringeren Teilnehmeranzahl, wie einer digitalen Übung, kann dagegen eine Online-Beratung in Betracht gezogen werden. Das Verhältnis zwischen den Inhalten in einer Lektion, also den Lernobjekten, zu der Übung variiert je nach didaktischem E-Learning-Szenario. Wurde beispielsweise das didaktische E-Learning-Szenario digitale Übung ausgewählt, sollten die Übungen in der Lektion auf jeden Fall zu gleichen Teilen vorhanden sein oder sogar im Vergleich zu den Lerninhalten überwiegen. Die Existenz einer Prüfung ist ebenfalls nicht in jedem didaktischen E-Learning-Szenario angemessen. Ein E-Projekt erfordert nicht unbedingt eine Prüfung. Aus diesem Grund

gibt es einen Zusammenhang zwischen der Art des didaktischen E-Learning-Szenarios und dem Aufbau der Lektion.

Der Kurs kann durch weitere Metadaten wie Rahmenbedingungen, Beschreibung des Kurses, Name des Dozenten, Seminarort (Webseite oder Adresse), Starttermin, Termine der einzelnen Sitzungen, Anmeldeverfahren, max. Teilnehmer, Kosten, Abschluss- oder Zertifikatsmöglichkeiten und Teilnahmevoraussetzungen genauer präzisiert werden.

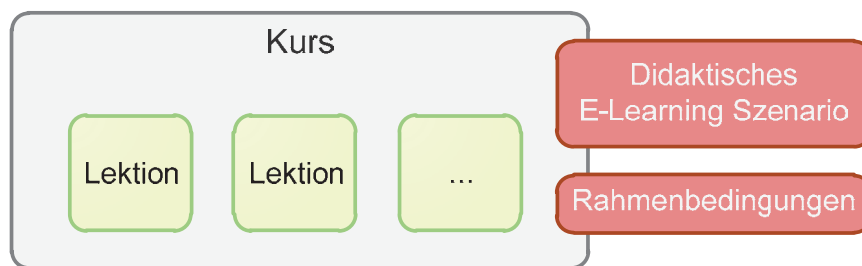


Abbildung 2.13 Kurs

3 Prozessorientierte Beschreibung von E-Learning-Lernressourcen

In Kapitel 3 prozessorientierte Beschreibung von E-Learning Lernressourcen werden die relevanten PAS-Prozesse *Anforderungsermittlung, Rahmenbedingungen, Konzeption, Produktion* und *Einführung* des Prozessmodells von PAS 1032-2 mit den dazugehörigen Teilprozessen unter Verwendung der IDEF0-Notation beschrieben. Die PAS-Prozesse werden an dieser Stelle bereits optimiert und interpretiert, sodass erweiterte Funktionen hinzukommen, wie die Beeinflussung der zu produzierenden Lernressourcen durch bereits erstellte Konzepte oder die Beeinflussung der Konzeption durch die im vorangegangenen Prozess generierten Analysen. Solche Beziehungen sind in PAS und dessen Beschreibung nicht ersichtlich und werden hier mithilfe der IDEF0-Notation verdeutlicht.

Nach Darstellung der PAS-Prozesse in der IDEF0-Notation werden die einzelnen Prozesse innerhalb des neu entwickelten ELE-Modells weiter optimiert und aus der momentan gängigen Literatur mit zusätzlichen Aspekten angereichert. Insbesondere ist an dieser Stelle die Dissertation von Hambach (2008) hervorzuheben. Hambach beschäftigt sich darin ebenfalls mit der Optimierung von PAS-Prozessen und einige Ideen sowie konkrete Checklisten sind aus der Forschungsarbeit von Hambach entnommen (Hambach, 2008). Danach erfolgt eine Anreicherung von ELE durch wichtige Komponenten und Aspekte des V-Modell^{XT}, wie dem Projektmanagement oder dem Konfigurationsmanagement.

Bei der Entwicklung von ELE^{XT} sind in allen Stadien des neuen Vorgehensmodells (PAS, ELE, ELE^{XT}) diverse Templates entstanden und Methoden werden den einzelnen Prozessen zugeordnet. Auf der CD dieser Arbeit befindet sich der Ordner *Vorgehensmodelle*, in dem die Prozesse mit den Teilprozessen in einer Ordnerstruktur abgebildet werden. Auf der letzten Ebene werden die Ordner in die Unterordner *01 Input, 02 Output, 03 Control* und *04 Mechanism* unterteilt. Im Unterordner *03 Control* sind Literatur und Anleitungen und im Unterordner *04 Mechanism*, die zu dem Prozess gehörigen Templates und Methoden zu finden. Im Text wird immer wieder mit einem Hinweis auf die CD referenziert.

3.1 Verwendung von PAS-Prozessen

Bei der Produktion einer E-Learning-Lernressource müssen nicht alle Prozesse von PAS durchlaufen werden. Besondere Bedeutung haben für die Entwicklung einer Lernressource die Prozesse *Anforderungsermittlung*, *Rahmenbedingungen*, *Konzeption*, *Produktion* und *Einführung*. Der Prozess *Evaluation* bezieht sich im PAS-Kontext auf die Auswertung und Optimierung eines Kurses nach dessen Durchführung und kann daher bei der Produktion von E-Learning-Lernressourcen entfallen. Ebenso verhält es sich mit dem PAS-Prozess *Durchführung*. Der Fokus dieser Arbeit liegt auf der Erstellung von Lernressourcen und nicht auf der tatsächlichen Durchführung und einer daraus folgenden Evaluation. Die Lernressource wird innerhalb des Prozesses *Lernressource einführen* getestet und entsprechend den Resultaten aus den Tests optimiert.

PAS selbst kennt in den Prozessen *Anforderungsermittlung*, *Rahmenbedingungen* und *Konzeption* keine speziellen Dokumente wie beispielsweise Feinkonzept, Grobkonzept, sondern Ergebnisse, die den Namen *Dokumentation*, *Auswertungen* und *Bewertung* tragen. In den jeweiligen Teilprozessen werden die Dokumentationen durch zusätzliche Angaben wie im PAS-Prozess 2.1 *Analyse des externen Kontexts* mit dem Zusatz *Dokumentation und Bewertung der relevanten Kategorien des externen Kontexts* erweitert. In den IDEF0-Charts werden lediglich die Bezeichnungen *Dokumentation*, *Auswertung* und *Bewertungen* für die Darstellung der *In-* und *Outputs* verwendet. Im Text erfolgt dann eine Beschreibung der Dokumente, wie es auch in PAS der Fall ist. Die Bezeichnungen der Dokumente in PAS sind häufig sehr lang und deshalb werden die langen Titel der Dokumente für eine bessere Lesbarkeit kursiv dargestellt. Die restlichen Dokumente sind nicht kursiv abgebildet.

PAS beschreibt in den Prozessen *Produktion* und *Einführung* die Ergebnisse mit Begriffen wie *Lerninhalte*, *Medienprodukte* oder *Lernressource*. Diese Bezeichnungen werden aus PAS übernommen. Innerhalb von PAS werden die Prozesse stets in weitere Teilprozesse unterteilt. Ab der zweiten Prozessebene ist beispielsweise der Prozess 1.2 *Identifikation der Stakeholder* in die drei PAS-Teilprozesse *Identifikation von Akteuren*, *Identifikation von Interessenten* und *Identifikation von Nutzern* unterteilt. Diese Aspekte sind bereits in der ersten Darstellung von PAS modifiziert worden. Wenn es sich bei den Teilprozessen lediglich um Teilaspekte des Prozesses handelt, wie bei dem genannten Beispiel, werden diese Aspekte in einem Template

gesammelt. Diverse Templates stehen dem Anwender bei der Erstellung der Dokumentationen, Auswertungen oder Berichte zur Verfügung und sollen das Ausfüllen der Dokumente durch eine vorgegebene Struktur erleichtern. Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden die Rollen, Methoden und Templates in der IDEF0-Darstellung nicht im Einzelnen benannt, sondern erst im Text ausgeführt. Die Methoden werden in PAS nur aufgelistet und nicht weiter erläutert. Diese Auflistung wurde aus PAS übernommen. Außerdem werden lediglich die Methoden der übergeordneten Prozesse erfasst (PAS 1032-1, 2004).

Produktion einer Lernressource nach PAS

Abbildung 3.1 zeigt die auf PAS basierenden und für die allgemeine Produktion einer Lernressource relevanten fünf Prozesse in der IDEF0-Notation. Die Prozesse sind in der rechten Ecke der Box nummeriert. Diejenigen Prozesse, die durch weitere Unterprozesse näher beschrieben werden, erhalten zusätzlich eine Angabe außerhalb der Prozessbox mit dem Hinweis auf die Bezeichnung des Unterprozesses – hier z. B. A.1. Alle Prozesse werden durch weitere Unterprozesse beschrieben und aus diesem Grund steht an jeder Box eine Angabe zum jeweiligen Unterprozess (Knowledge Based Systems, 1993; vgl. Anhang B).

Eine Dokumentation ist ein eingehendes Dokument für den ersten Prozess *Anforderungsermittlung*, dieser wird durch die entsprechenden Teilprozesse, die im folgenden Abschnitt genauer beschrieben werden, zu einer *Dokumentation und Auswertung der Zielsetzungen, der Anforderungen und des Bedarfs*. Diese genaue Bezeichnung ist nicht Bestandteil der IDEF0-Darstellung, da ansonsten die Grafik zu überladen wäre. Nach dem Prozess *Anforderungsermittlung* gelangt die *Dokumentation und Auswertung der Zielsetzungen, der Anforderungen und des Bedarfs* in den Prozess *Rahmenbedingungen*. Das Dokument *Dokumentation und Auswertung der Zielsetzungen, der Anforderungen und des Bedarfs* aus dem Prozess *Anforderungsermittlungen* ist auch kontrollierendes Dokument für den Prozess *Rahmenbedingungen*. In dem Prozess *Rahmenbedingungen* wird die Dokumentation durch vorhandene Analysen und weitere Teilprozesse zu einer *Dokumentation und Auswertung der für den Bildungsprozess relevanten Rahmenbedingungen*, die wiederum eingehende Dokumentation für den darauffolgenden Prozess *Konzeption* ist. Der Pfeil von vorhandenen Analysen ist mit zwei zusätzlichen Klammern versehen. Dies bedeutet, dass die vorhandenen Analysen nicht im direkten

Teilprozess von *Rahmenbedingungen* greifen, sondern erst in den darunterliegenden Teilprozessen von *Rahmenbedingungen* (vgl. Abbildung 3.1).

Im Prozess *Rahmenbedingungen* werden weitere Voraussetzungen für das Projekt festgeschrieben. Auch diese Bedingungen haben Einfluss auf das Projekt und sind daher nicht nur *Input*, sondern zusätzlich in Form von Analysen und Dokumentation Kontrolldokumente für den Prozess *Konzeption*. Der Prozess *Konzeption* hat als ausgehendes Dokument die *Dokumentation der Konzeption des Bildungsprozesses*. Dieses ausgehende Dokument ist sowohl eingehendes Dokument als auch Kontrollelement für den folgenden Prozess *Produktion*. Darüber hinaus wird an dieser Stelle als zusätzlicher *Output* das Dokument *Methodik und Didaktik* definiert. Die Methodik und Didaktik beeinflusst den Teilprozess *Produktion* der Lernressource genauso wie den Teilprozess *Einführung* der Lernressource. Daher ist die Methodik und Didaktik nicht nur ein Kontrollelement für den Prozess *Produktion*, sondern auch für die *Einführung*. Das eingehende Dokument *Dokumentation der Konzeption des Bildungsprozesses* für den Prozess *Produktion* wird nach Abarbeitung aller Teilprozesse zu einem *Produkt, die für den Bildungsprozess benötigt werden* und sind als solches eingehendes Dokument für den Prozess *Einführung*. Der Prozess *Konzeption* hat zusätzlich das ausgehende *Dokument der bestehenden Dokumentation*. Innerhalb des Prozesses *Einführung* werden letztendlich die Lernressourcen noch einmal auf Korrektheit überprüft und ausgehendes Element ist eine *betriebsbereite Lernumgebung mit allen für den Bildungsprozess notwendigen Lernressourcen* sowie die *Dokumentation des Projektes*. Alle Prozesse werden von den Mitarbeitern realisiert, die unter dem Punkt Rollen definiert wurden. Diesen Mitarbeitern stehen diverse Methoden und Templates unterstützend zur Verfügung. Die genaue Beschreibung der Rollen und Methoden findet in den folgenden Abschnitten statt, die Templates für die Prozesse sind der CD zu entnehmen.

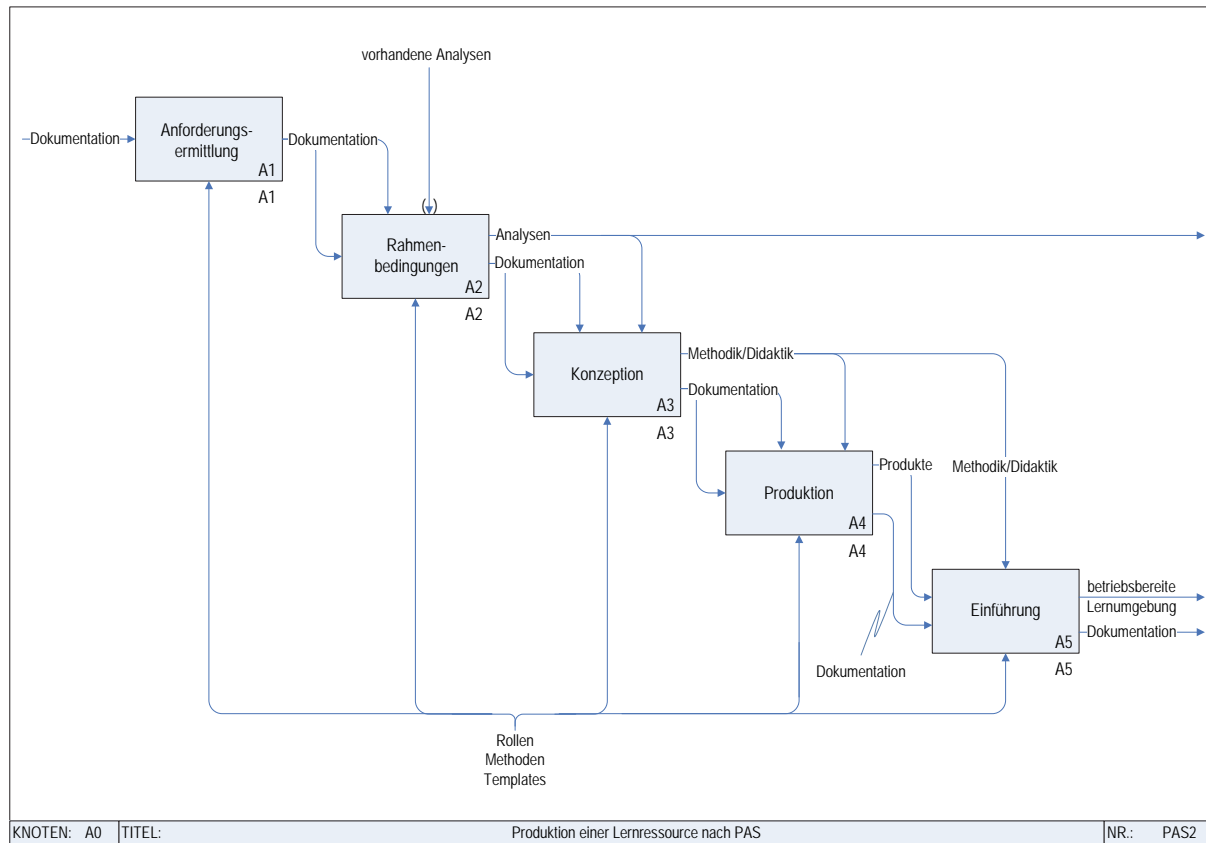


Abbildung 3.1 IDEFO: A0 Produktion einer Lernressource nach PAS

3.1.1 Anforderungsermittlung

Der Prozess *Anforderungsermittlung* besteht aus den Teilprozessen *Initiierung*, *Identifikation der Stakeholder*, *Zieldefinition* und *Bedarfsanalyse*, die aus PAS komplett übernommen wurden (vgl. Abbildung 3.2). In den einzelnen Teilprozessen wird bei der *Initiierung* der Bildungsbedarf überprüft und begründet. Die *Identifikation der Stakeholder* beinhaltet die Ermittlung aller Akteure, Interessenten und Nutzer, die am Bildungsangebot beteiligt sind, sowie die Erörterung des Einflusses und des Mitwirkens auf das Bildungsangebot. Innerhalb der *Zieldefinition* werden dann die taktischen, operativen und strategischen Ziele der relevanten Stakeholder festgehalten. Die *Bedarfsanalyse* beinhaltet die Begründung für einen Bildungsbedarf. Alle Ergebnisse der Teilprozesse werden in einer Dokumentation fortgeschrieben.

Die beteiligten Rollen sind bei den einzelnen Prozessen Verwender, Bildungsverantwortliche, Bildungsexperten, Lernende, Projektträger, Projektleitung, Projektinitiatoren, Nutzer und Sponsoren (vgl. Abbildung 3.2). Bei den Methoden kommt Quality Function Development zum Einsatz. Der Teilprozess *Initiierung* beinhaltet die Methoden der Marktforschung und -analyse,

Methoden der Trendforschung, Methoden der Bedarfsanalyse, Umfragen, Balanced Scorecard, Skill Gap Analysis, Assessments, Arbeitsplatzanalyse und Auditierung. *Identifikation der Stakeholder* verfügt über die Methoden Literaturanalyse oder Analyse von beispielsweise Strategiekonzepten, Business-Plänen, Organigrammen etc. Die *Zieldefinition* beinhaltet die Methoden Befragung, Interview, Umfrage, Workshop, Dokumentenanalyse und Assessment. Die *Bedarfsanalyse* wird unterstützt durch dieselben Methoden wie der Teilprozess *Zieldefinition* und verfügt zusätzlich über die Methoden der systematischen und methodischen Ausformulierung der Bedarfsanalyse. Das Ergebnis ist die *Dokumentation und Auswertung der Zielsetzung, der Anforderungen und des Bedarfs*, das hier nur mit Dokumentation dargestellt wird. In den Teilprozessen sind noch jeweils nähere Beschreibungen zu den Oberprozessen zu finden, die in der vorliegenden Arbeit in den Templates zusammengefasst wurden und in dem Prozess *Anforderungsermittlung* als Template zur Verfügung stehen. Die Templates in dem Prozess *Anforderungsermittlung* sind Template für Initiierung, Template für Identifikation der Stakeholder, Template für Zieldefinition und Template für Bedarfsanalyse.

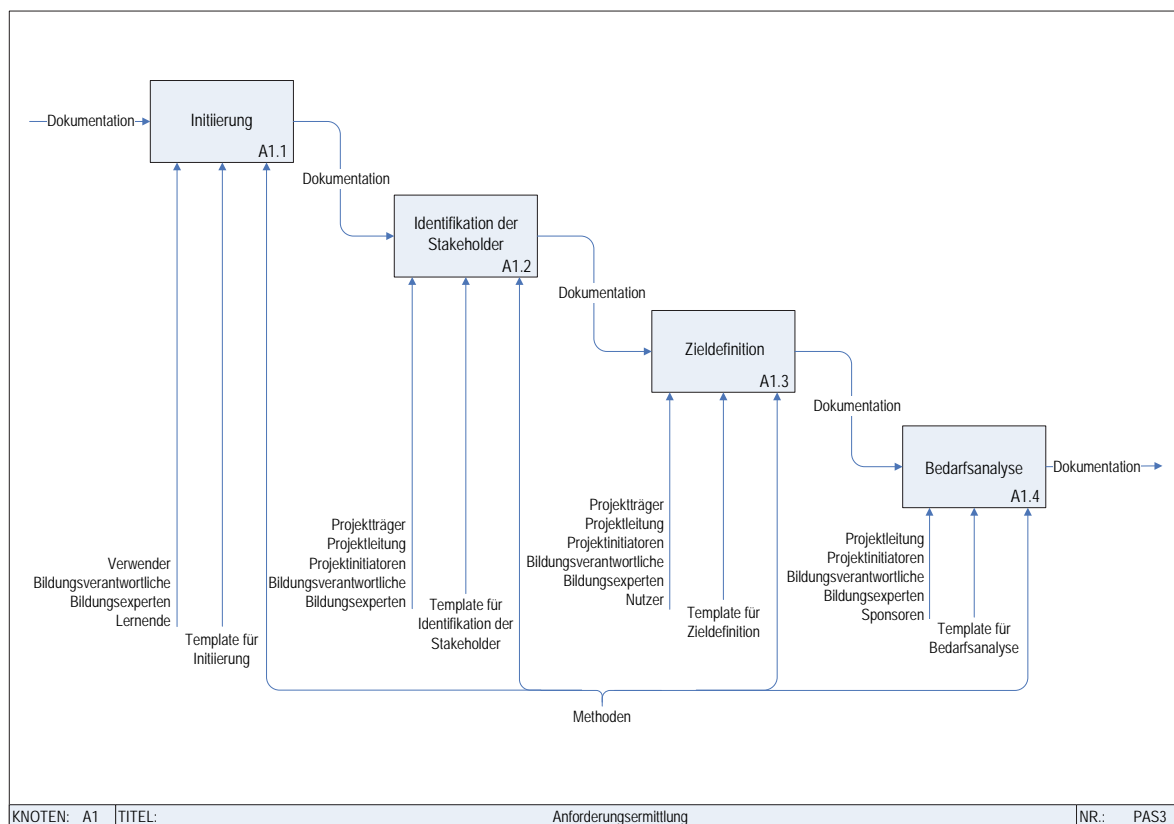


Abbildung 3.2 IDEF0: A1 Anforderungsermittlung in PAS

3.1.2 Rahmenbedingungen

Der Prozess *Rahmenbedingungen* besteht aus den Teilprozessen *Diverse Analysen*, *Termin-/Budgetplanung* und *Analyse der Zielgruppe* (vgl. Abbildung 3.3). Alle Ergebnisse der Teilprozesse werden in Dokumentationen festgehalten, die jeweils eingehende und ausgehende Dokumente für die einzelnen Teilprozesse sind. Außerdem entsteht das Dokument *Analysen*. Die *Analyse der Zielgruppe* wurde bewusst aus den *Diversen Analysen* herausgenommen. Dieser Teilprozess wird in der Literatur als wichtiger Bestandteil für die weitere Entwicklung von Lernressourcen gesehen (Kerres, 2013; Mair, 2004). Durch die Analyse der Zielgruppe ist es möglich, Lernvoraussetzungen zu klären. Hierzu gehören beispielsweise Vorwissen, Erfahrungen, Motivation und Einstellung (Kerres, 2013; Niegemann et al., 2004). Bei E-Learning-Angeboten sind nachträgliche Änderungen an Inhalten oder am Design in der Regel nur schwer und unter hohem Aufwand möglich. Daher ist es wichtig, die Zielgruppe möglichst genau zu analysieren (Kerres, 2013).

Die Dokumentation aus dem vorangegangenen Prozess *Anforderungsermittlung* ist für jeden Teilprozess ein kontrollierendes Element. Für jeden Teilprozess gibt es in dem Prozess *Rahmenbedingungen* ein individuelles Template, hier Template für Analysen, Template für Termin-/Budgetplanung und Template für Zielgruppe, die jeweils als *Mechanism* in der Abbildung erscheinen. Methoden im Prozess *Rahmenbedingungen* sind Befragung, Trendanalyse, Prozessanalyse, quantitative und qualitative Methoden empirischer Bildungsforschung sowie Assessments. Der Teilprozess Termin-/Budgetplanung besitzt die Methoden Berechnungsmodelle und -schemata sowie Projektverlaufspläne, und Analyse der Zielgruppe die Methode Zielgruppenanalyse. Am Prozess beteiligt sind die Rollen Projektleitung, Fachexperten, Nutzer, Projektträger, Bildungsverantwortliche, Fachdidaktiker, Lehrende und Lernende.

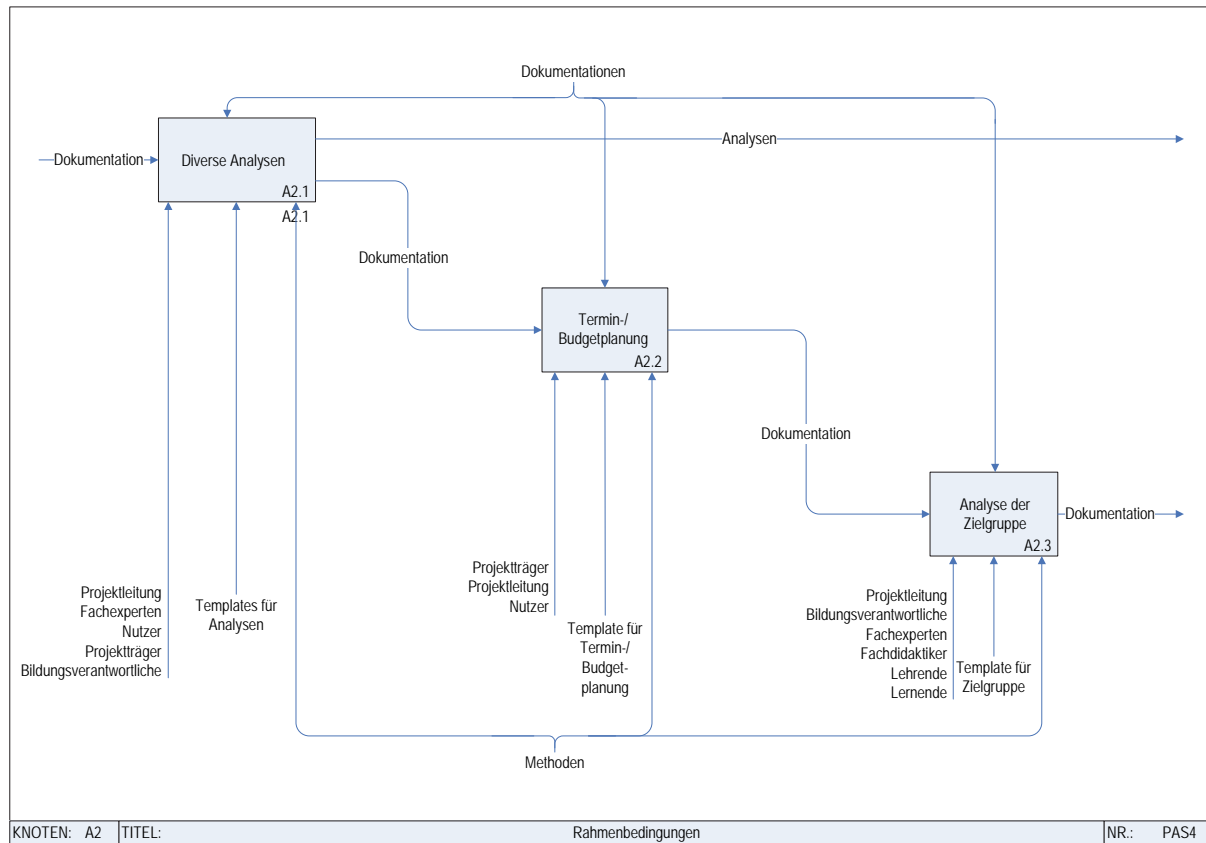


Abbildung 3.3 IDEFO: A2 Rahmenbedingungen in PAS

Detailansicht von *Diverse Analysen*

Diverse Analysen unterteilt sich in die Teilprozesse *Analyse des externen Kontexts*, *Analyse der personellen Ressourcen*, *Analyse des organisationalen und institutionellen Kontexts* und *Analyse der Ausstattung* (vgl. Abbildung 3.4). In PAS sind diese Teilprozesse nicht zu einem übergeordneten Prozess zusammengefasst.

Projektleitung, Fachexperten, Nutzer, Projektträger und Bildungsverantwortliche sind an den Prozessen beteiligt (vgl. Abbildung 3.4). Der Prozess *Diverse Analysen* verwendet die Templates *Template für Analyse des externen Kontexts*, *Template für Analyse der personellen Ressourcen*, *Templates für Analyse des organisationalen und institutionellen Kontext* und *Template für Analyse der Ausstattung*. Der Prozess *Analyse des externen Kontexts* besitzt die Methoden *Befragung*, *Hinzunahme von Fachstellen*, *Marktanalysen* und *quantitative und qualitative Methoden der empirischen Sozial-/Bildungsforschung*. Der Teilprozess *Analyse der personellen Ressourcen* verfügt über die Methoden *Analyse von beispielsweise Berufsbildern*, *Or-*

ganigrammen, Zeugnisse etc. und quantitative und qualitative Methoden der empirischen Sozial-/Bildungsforschung. Der Teilprozess *Analyse des organisationalen und institutionellen Kontexts* wendet Methoden zur Analyse und Bewertung der Organisation an. Der Teilprozess *Analyse der Ausstattung* besteht aus den Methoden Befragung und Begehung. Die Ergebnisse sind *Dokumentation und Auswertung der für den Bildungsprozess relevanten Rahmenbedingungen*, das wiederum mit Dokumentation abgekürzt wird.

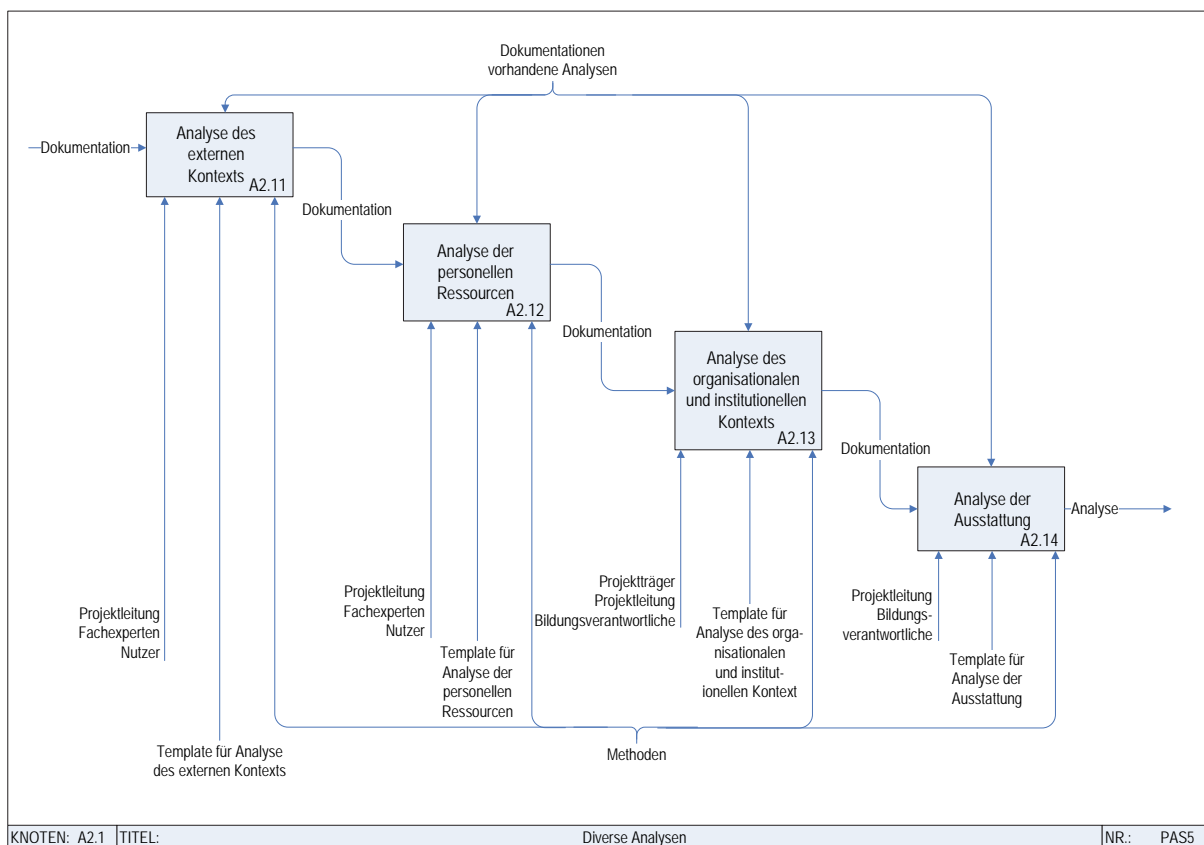


Abbildung 3.4 IDEF0: A2.1 Diverse Analysen in PAS

3.1.3 Konzeption

Der Prozess *Konzeption* besteht aus den Teilprozessen *Konzeption des Inhaltes, der Organisation und der Technik, Didaktik/Methodik, Medien- und Kommunikationskonzept, Rollen und Aktivitäten, Konzeption der Tests und Prüfungen* und *Konzeption der Wartung und Pflege* (vgl. Abbildung 3.5). Im Prozess *Konzeption des Inhaltes, der Organisation und der Technik* werden jegliche zu produzierende Dokumente und Konzepte produziert. In dieser Phase werden alle

Assets und Produkte genau beschrieben und definiert, sodass die Lernmaterialien in der Produktion den Vorgaben entsprechend angefertigt werden können. Wiederum wurden einige thematisch ähnliche Prozesse zu einem Prozess zusammengefasst. Die PAS-Teilprozesse *Lernziele*, *Inhaltliche Konzeption*, *Organisatorische Konzeption* und *Technische Konzeption* sind zu dem Prozess *Konzeption des Inhaltes, der Organisation und der Technik* zusammengefasst. Die detaillierte Auflistung der genannten Prozesse wird in Abbildung 3.6 verdeutlicht. Des Weiteren sind die Teilprozesse *Konzeption des Medien- und Interaktionsdesigns*, *Konzeption des Medieneinsatzes*, *Konzeption der Kommunikationsmöglichkeiten und -formen* in dem Prozess *Medien- und Kommunikationskonzept* vereinigt (vgl. Abbildung 3.7).

Eingehende und ausgehende Elemente sind für jeden Prozess jeweils Dokumentationen. Zusätzlich erfolgt eine Beeinflussung der zu erstellenden Dokumente durch die im Prozess zuvor generierten Analysen. In jedem Prozess werden die Dokumente weiter fortgeschrieben. Die *Didaktik/Methodik* muss festgelegt werden und ist ein wichtiger Bestandteil für die weitere Entwicklung der Lernressource. Bei Lerngeboten handelt es sich nicht um die reine Präsentation von Inhalten. Vielmehr gilt es, Inhalte didaktisch und methodisch so aufzubereiten, dass Lernprozesse stattfinden können (Kerres, 2013). Eine Entscheidung für eine bestimmte Methodik beeinflusst wiederum die Produktion der Lernressource. Aus diesem Grund hat der Prozess *Didaktik/Methodik* ein eigenständiges ausgehendes Dokument. Die Teilprozesse *Medien- und Kommunikationskonzept* sowie *Konzeption des Inhaltes, Organisation und der Technik* werden in den folgenden Abschnitten noch genauer beschrieben. Personenkreise, die innerhalb der Lerneinheit Verantwortung und Aufgaben übernehmen, werden in dem PAS-Prozess *Rollen und Aktivitäten* beschrieben. Mögliche Rollen sind Lehrende, Tutoren etc. An dieser Stelle muss zwischen den Rollen, die bisher am Projekt beteiligt waren, und den jetzt dazukommenden Rollen unterschieden werden. Die Rollen aus dem Prozess *Rollen und Aktivitäten* sind projektspezifische Rollen, die in jedem Projekt unterschiedlich gestaltet werden können. Diese Rollen beziehen sich auf die Personen innerhalb der Konzeption und Produktion der E-Learning-Lernressource. Wohingegen die bisherigen Rollen in jedem Projekt, das sich mit der Erstellung von E-Learning-Lernressourcen beschäftigt, vorkommen können. In dem Teilprozess *Konzeption der Tests und Prüfungen* werden Konzepte für die Testentwicklung, -validierung und -auswertung entwickelt. Im Teilprozess *Konzeption der Wartung und Pflege* entstehen Maßnahmen zur Wartung und Pflege der Lernressourcen.

Der Prozess *Konzeption* beinhaltet für jeden Teilprozess wiederum ein eigenes Template. Für den Teilprozess *Konzeption des Inhaltes, Organisation und der Technik* sowie den Teilprozess *Medien- und Kommunikationskonzept* werden in den Detailansichten die dazugehörigen Templates aufgelistet. In Abbildung 3.5 sind die Templates Template für Didaktik/Methodik, Template für Rollen und Aktivitäten, Template für Konzeption der Tests und Prüfungen und Template für Konzeption der Wartung und Pflege dargestellt.

An den einzelnen Prozessen sind Bildungsverantwortliche, Fachdidaktiker, Lehrende, Lernende, Fachexperten, Mediendidaktiker, Softwareentwickler, Support Mitarbeiter, Mediendesigner, Curriculumverantwortliche, Testexperten und Prüfungsgremium beteiligt. Als Methode führt PAS im übergeordneten Prozess keine Methode auf, der Teilprozess *Didaktik/Methodik* verfügt über die Methode Sichtung vorhandener Konzepte und Begründungen der ausgewählten Modelle und Verfahren. Der Teilprozess *Medien- und Kommunikationskonzept* ist unter dem Abschnitt Detailansicht von *Medien- und Kommunikationskonzept* beschrieben. *Rollen und Aktivitäten* werden durch die Methoden Rollenmodell und Workflow-Modellierung unterstützt, und *Konzeption der Tests und Prüfungen* besitzt die Methoden Erprobung an geeigneten Vergleichsgruppen sowie statistische Validierung. Im Teilprozess *Konzeption der Wartung und Pflege* werden die Methoden der Workflowmodellierung, Checklisten, Wartungspläne und Vereinbarungen angewandt. Das Ergebnis ist *Dokumentation der Konzeption des Bildungsprozesses*.

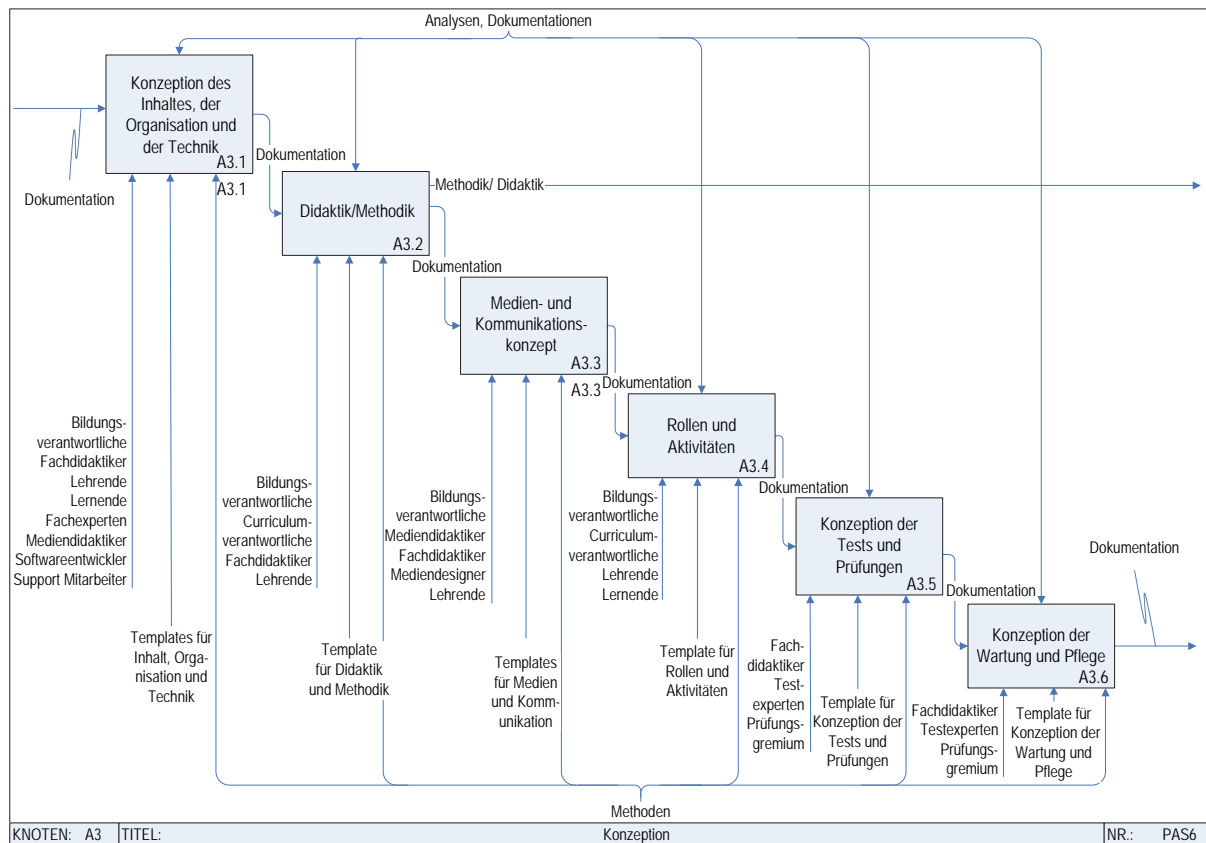


Abbildung 3.5 IDEF0: A3 Konzeption in PAS

Detailansicht von *Konzeption des Inhaltes, der Organisation und der Technik*

Der Prozess *Konzeption des Inhaltes, Organisation und der Technik* beinhaltet die Teilprozesse *Lernziele*, *Inhaltliche Konzeption*, *Organisatorische Konzeption* und *Technische Konzeption* (vgl. Abbildung 3.6). Der Teilprozess *Lernziele* legt die Grob- und Feinlernziele sowie das Kompetenzmodell fest. Der Teilprozess *Inhaltliche Konzeption* ermittelt Themen, Umfang und Tiefe der Themengebiete, wohingegen der Teilprozess *Organisatorische Konzeption* Faktoren wie Lernort, Gesamtdauer der Lernressource und Lernzeitpunkte festhält. Der Teilprozess *Technische Konzeption* beschreibt Anforderungen an die Software durch Muss-, Soll- und Kann-Kriterien. Eingehendes und ausgehendes Dokument sind jeweils pro Teilprozess Dokumentationen. Analysen und Dokumentation dienen bei jedem Teilprozess als kontrollierendes Dokument.

Bildungsverantwortliche, Fachdidaktiker, Lehrende, Lernende, Fachexperten, Mediendidaktiker, Softwareentwickler und Support Mitarbeiter sind an den Prozessen beteiligt. Dem Anwender stehen die Templates Template für Lernziele, Template für inhaltliche Konzeption,

Template für organisatorische Konzeption und Template für technische Konzeption zur Verfügung. Der Teilprozess *Lernziele* hat die Methoden Analyse der Vorgaben, Rahmenbedingungen und eventuell der Curricula, die Methode Diskussion, Ausarbeitung und detaillierte Formulierung eines zugrunde liegenden Kompetenzmodells sowie Diskussion, Ausarbeitung und detaillierte Formulierung der Grob- und Feinlernziele des Curriculums und der Lernszenarien. Der Teilprozess *Inhaltliche Konzeption* verfügt über Analyse sachlogischer Zusammenhänge, Analyse von Expertenwissen in Anwendungssituationen sowie Analyse bestehender Curricula. Der Teilprozess *Organisatorische Konzeption* beinhaltet als Methode die Beschreibung der Anforderungen an die Räume und an die technische Ausstattung, die Beschreibung der zu planenden durchschnittlichen Bearbeitungszeit, die Beschreibung der zu planenden festen oder freien wählbaren Zeitpunkte. Der Teilprozess *Technische Konzeption* verfügt über die Methoden Beschreibungen der Anforderungen an die Software, die Methode Definition von Schnittstellen sowie Festlegung der Einbindung in vorhandene Strukturen.

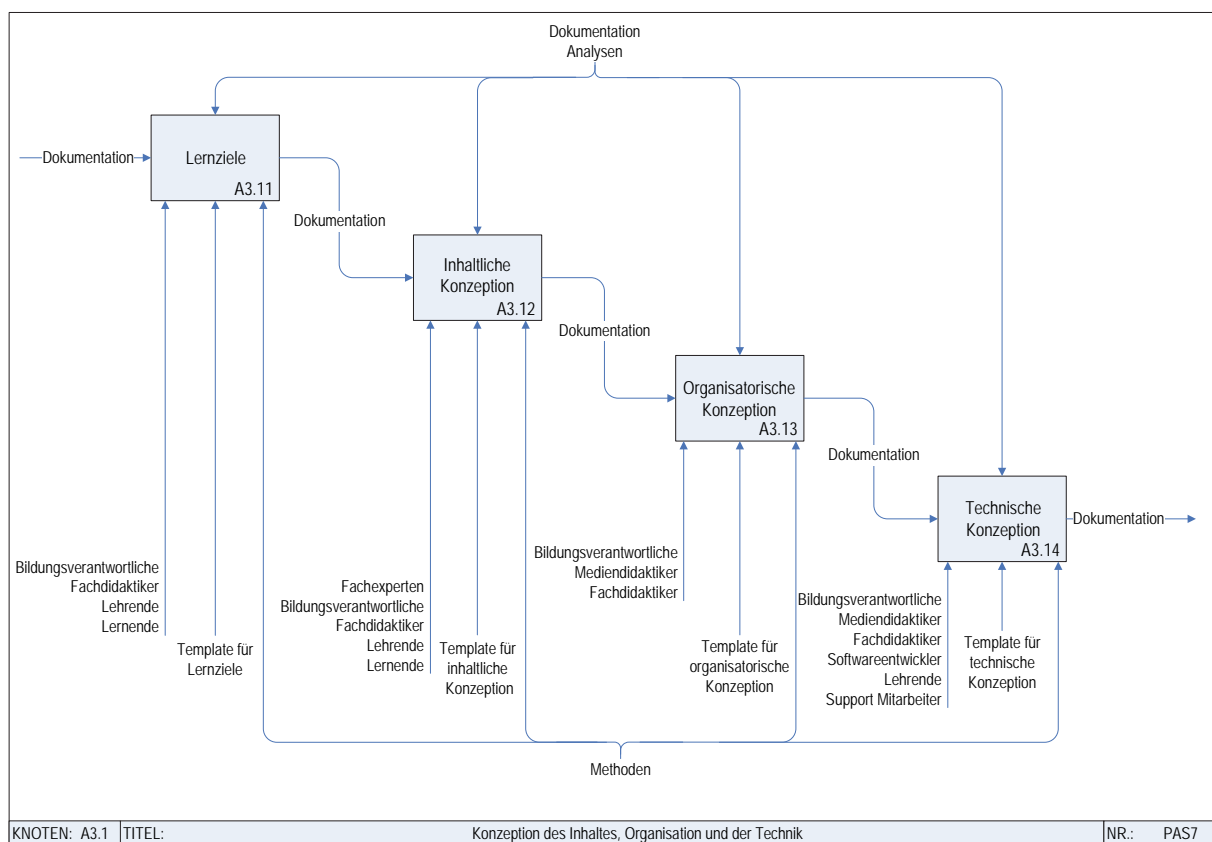


Abbildung 3.6 IDEF0: A3.1 Konzeption des Inhaltes, Organisation und der Technik in PAS

Detailansicht von *Medien- und Kommunikationskonzept*

Der Prozess *Medien- und Kommunikationskonzept* besteht aus den Teilprozessen *Konzeption des Medien- und Interaktionsdesigns*, *Konzeption des Medieneinsatzes* und *Konzeption der Kommunikationsmöglichkeiten und -formen* (vgl. Abbildung 3.7). Im Teilprozess *Konzeption des Medien- und Interaktionsdesigns* wird das Medien- und Interaktionsdesign auf Grundlagen von Richtlinien erstellt. In der *Konzeption des Medieneinsatzes* werden entsprechende Medien zielgruppengerecht ausgewählt. Während der *Konzeption der Kommunikationsmöglichkeiten und -formen* werden die relevanten und passenden Kommunikationsmöglichkeiten eruiert und Anleitungen sowie Schulungen für die Zielgruppen geplant. Eingehende und ausgehende Dokumente sind jeweils Dokumentationen und Analysen aus dem Prozess zuvor und beide Dokumente dienen außerdem als kontrollierendes Dokument für die einzelnen Teilprozesse.

Die an den Prozessen beteiligten Rollen sind Bildungsverantwortliche, Mediendidaktiker, Fachdidaktiker, Mediendesigner und Lehrende. Als weitere *Mechanism* sind die Templates Template für Konzeption des Medien- und Interaktionsdesigns, Template für Konzeption des Medieneinsatz und Template für Konzeption der Kommunikationsmöglichkeiten und -formen den Teilprozessen zugeordnet (vgl. Abbildung 3.7). Der Teilprozess *Konzeption des Medien- und Interaktionsdesigns* verfügt über die Methode Entwicklung und Beschreibung der Konzepte basierend auf den Vorgaben zu Software-Ergonomie, HCI-Design (Human-Computer-Interaction-Design) und Usability. Die *Konzeption des Medieneinsatzes* kann die Methoden Wirkungsanalysen, Auswertung von Wirkungsanalysen, Arbeits- und Lernplatzanalysen benutzen und der Teilprozess *Konzeption der Kommunikationsmöglichkeiten und -formen* verwendet die Methoden Abgleich zwischen Zielen und gewählte Kommunikationsformen/Interaktionsmöglichkeiten.

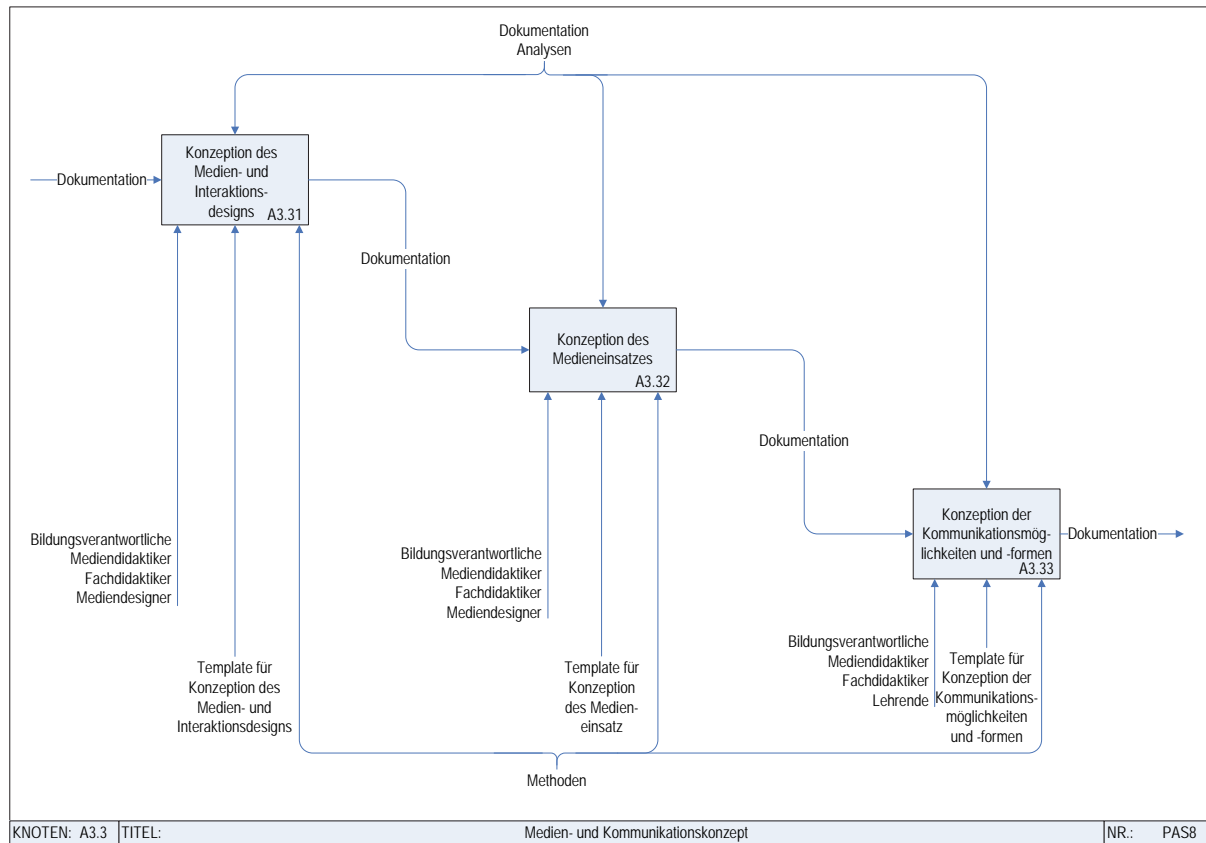


Abbildung 3.7 IDEF0: A3.3 Medien- und Kommunikationskonzept in PAS

3.1.4 Produktion

Wie in Abbildung 3.8 dargestellt, besteht der Prozess *Produktion* aus den Teilprozessen *Inhaltliche Realisation*, *Designumsetzung*, *Medienrealisation*, *Technische Realisation* und *Wartung und Pflege*, die komplett aus PAS übernommen wurden. In den Prozessen zuvor waren aufgrund der weiteren Untergliederung der Prozesse und Arbeitsschritte, in PAS auch Aspekte genannt, zusätzliche Templates notwendig. Im Prozess *Produktion* beschreibt PAS die einzelnen Schritte bereits auf der obersten Ebene so kleinteilig, dass keine Templates mehr erforderlich sind. Während des Teilprozesses *Inhaltliche Realisation* sollen als Erstes das Thema strukturiert und fachlich ausformuliert sowie Drehbücher erstellt werden. Dieser Teilprozess hat als ausgehendes Dokument Lerninhalte. Die Lerninhalte sind *Input* des folgenden Prozesses *Design umsetzen*, und auch vom darauffolgendem Prozess *Medienrealisation*. PAS kennt an dieser Stelle als *Output* lediglich Lerninhalte. *Designumsetzung* hat als ausgehendes Dokument Templates für das Mediendesign und Templates für das Interaktionsdesign. Der *Input* für *Medien realisieren* sind die Templates aus dem vorangegangenen Prozess und Lerninhalte

aus dem Teilprozess *Inhaltliche Realisation*. Hier werden die Medien, wie Video- oder Audio-dateien, produziert. Dadurch entsteht das Ergebnis der Medienprodukte und diese Medienprodukte werden im Teilprozess *Technische Realisation* miteinander integriert und zu Lernressourcen verarbeitet. Der Teilprozess *Wartung und Pflege* sorgt für die inhaltliche und technische Vollendung der Lernressourcen und dadurch werden die aktuellen Lerninhalte in Form von Produkten bereitgestellt. Alle Teilprozesse werden durch die zuvor definierten Dokumente aus dem Prozess *Methodik/Didaktik* beeinflusst.

Fachdidaktiker, Fachautoren, Drehbuchautoren, Lehrende, Programmierer, Mediendesigner, Mediendidaktiker, Fachexperten, z. B. Illustratoren sowie Softwareentwickler arbeiten an den einzelnen Teilprozessen (vgl. Abbildung 3.8). Als Methoden bietet PAS bei Teilprozess *Inhaltlichen Realisation* die Ausarbeitung der geplanten Lerninhalte in Abhängigkeit von Zielgruppen, Situationen, und für den Teilprozess *Designumsetzung* Verwendung geeigneter Verfahren, Werkzeuge und Formate. Für den Teilprozess *Medienrealisation* steht die Methode der Produktion der Medien anhand definierter Vorgaben, wie dem Einsatz bestimmter Software, Datensicherung etc. zur Verfügung. Sowohl der Teilprozess *Technische Realisation* als auch der Teilprozess *Wartung und Pflege* greifen auf die Methode Verwendung geeigneter Werkzeuge und Verfahren zurück. Im Prozess *Wartung und Pflege* kommen die zusätzlichen Methoden Ausarbeitung und Ausformulierung der Lerninhalte, in Abhängigkeit von der aktuellen Situation sowie Contentmanagement zum Einsatz. Ergebnisse sind *Produkte, die für den Bildungsprozess benötigt werden* sowie die Dokumentation.

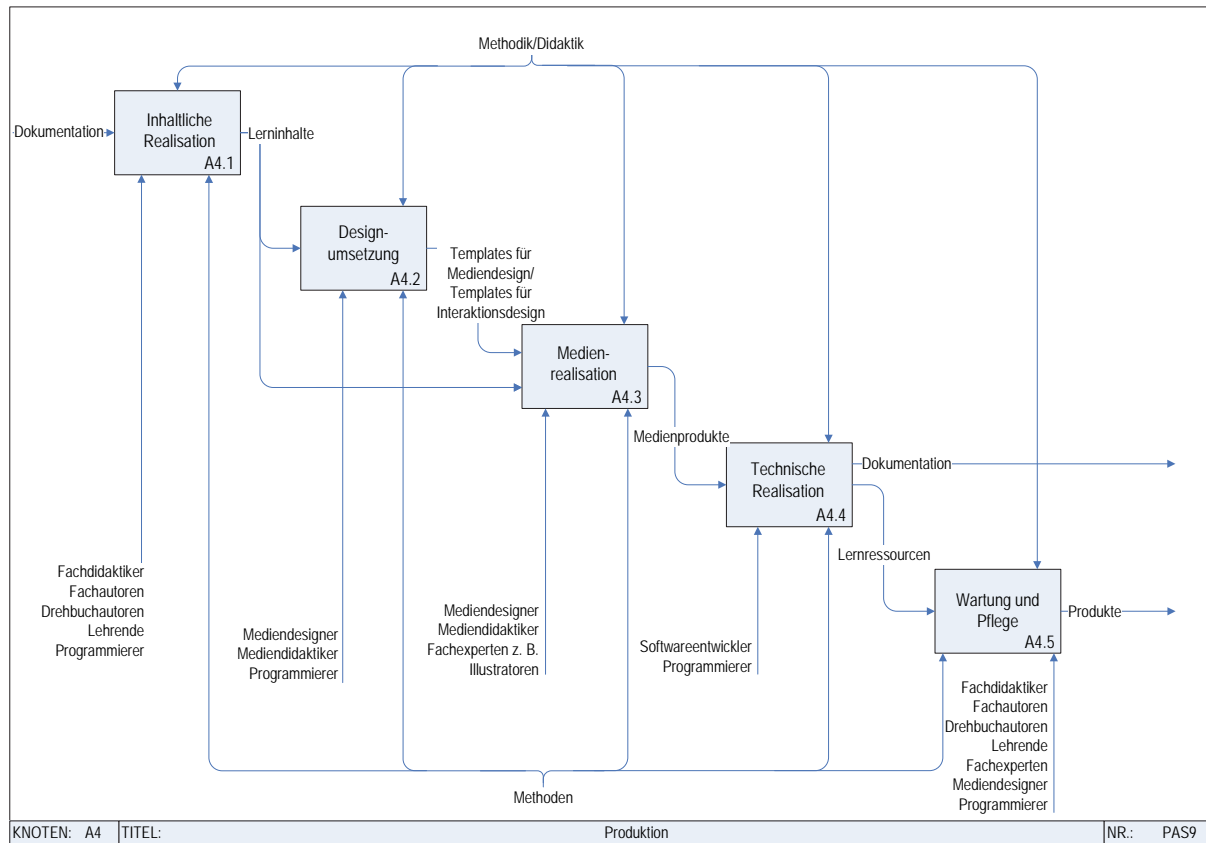


Abbildung 3.8 IDEF0: A4 Produktion in PAS

3.1.5 Einführung

Der Prozess *Einführung* ist in die Teilprozesse *Test der Lernressourcen*, *Anpassung der Lernressourcen*, *Freigabe der Lernressourcen*, *Organisation des Betriebes und der Nutzung* und *Einrichtung der technischen Infrastruktur* unterteilt (vgl. Abbildung 3.9). Alle Teilprozesse werden durch die Ergebnisse aus dem Teilprozess *Methodik/Didaktik* in Form eines kontrollierenden Dokumentes beeinflusst. Zur Einführung der Lernressource wird diese getestet und bei Bedarf angepasst. Produkte und Dokumentation sind eingehende Elemente für den ersten Teilprozess *Test der Lernressourcen*. Dokumentation ist für die nächsten beiden Teilprozesse *Anpassung der Lernressourcen* und *Lernressource freigeben* nicht nur jeweils eingehendes, sondern auch ausgehendes und kontrollierendes Dokument. *Test der Lernressourcen* hat als ausgehendes Element zusätzlich qualifizierte Lernressource. Die Dokumentation wird in den folgenden Teilprozessen weitergeschrieben. Entspricht die Lernressource allen Anforderungen und wurde ausreichend geprüft, dann kann diese durch den Teilprozess *Lernressource freigeben*

freigegeben werden. Falls die Lernressourcen noch nicht den geforderten Kriterien entsprechen, sind Lernressourcen ausgehende Dokumente des Teilprozesses *Lernressource freigeben* und kommen noch einmal als eingehendes Element in den Teilprozess *Anpassung der Lernressourcen*. Dadurch kann der Teilprozess *Anpassung der Lernressourcen* als ausgehendes Element angepasste Lernressourcen haben. Die Teilprozesse *Organisation des Betriebes und der Nutzung* und *Einrichtung der technischen Infrastruktur* stellen sicher, dass die Lernressourcen auch in Zukunft aktuell bleiben und die technische Infrastruktur den Anforderungen der Lernumgebung entspricht. Ergebnisse sind eine betriebsbereite Lernumgebung und eine Dokumentation.

Die Templates Template für Test der Lernressource, Template für Anpassung der Lernressource, Template für Freigabe der Lernressource, Template für Organisation des Betriebes und der Nutzung und Template für Einrichtung der technischen Infrastruktur unterstützen den Anwender bei der Bearbeitung der Prozesse. Die Prozesse werden durch Softwareentwickler, Programmierer, Projektleiter, Technische Dokumentare, IT-Spezialisten, Lehrende, Testpersonen aus der Zielgruppe, unabhängige Testinstitute/Zertifizierungsstellen, Projektträger, Wartungspersonal, IT-Techniker, Betriebspersonal, Lernende, Projektmanager, IT-Manager, Produzenten, Lieferanten und Betreiber begleitet. Außerdem werden die Methoden Change-, Konfigurations- und Contentmanagement eingesetzt. Der Teilprozess *Test der Lernressourcen* kennt generell die Testmethode Pilotphase mit einer repräsentativen Auswahl von Lernressourcen und einer repräsentativen Pilot-Gruppe von Lernenden. In der Entwicklungsumgebung verfügt der Prozess über die Methoden Code Review, Moduldesigntest, Funktionstest, Belastungstest, Integrationstest und Usabilitytest. Bei einer Übergabe der Testumgebung in die Betriebsumgebung stehen Methoden, wie Auslieferung von Probeexemplaren, Vorabbeziehungswise Betaversionen, Packaging von Lernressourcen nach Spezifikationen wie IMS, SCORM zur Verfügung. Tests in der Betriebsumgebung können sein: Installationstest, Integrationstest, Funktionstest, Belastungstest, User-Akzeptanztest. Der Teilprozess *Anpassung der Lernressourcen* kennt die Methoden Konfigurationsmanagement mit dokumentierter Programmversionskontrolle des archivierten Codes und der definierten Hardware- und Netzwerkkonfiguration oder Dokumentversionskontrolle unter Einsatz eines Dokumenten- oder Contentmanagementsystems. Der Teilprozess *Lernressource freigeben* verwendet die Methoden Freischaltung im Netzwerk und/oder physische Auslieferung/Übergabe von Lernressourcen

sowie Erstellung eines Abnahmeprotokolls und Unterzeichnung einer Abnahmeerklärung. Der Teilprozess *Organisation des Betriebes und der Nutzung* nutzt die Methoden der Prozessmodellierung, Anwendung von Organisationsmodellen und Qualifizierungsmaßnahmen. Der Teilprozess *Einrichtung der technischen Infrastruktur* hat die Methoden Soll-Ist-Vergleich und Implementierungsstrategie zur Verfügung.

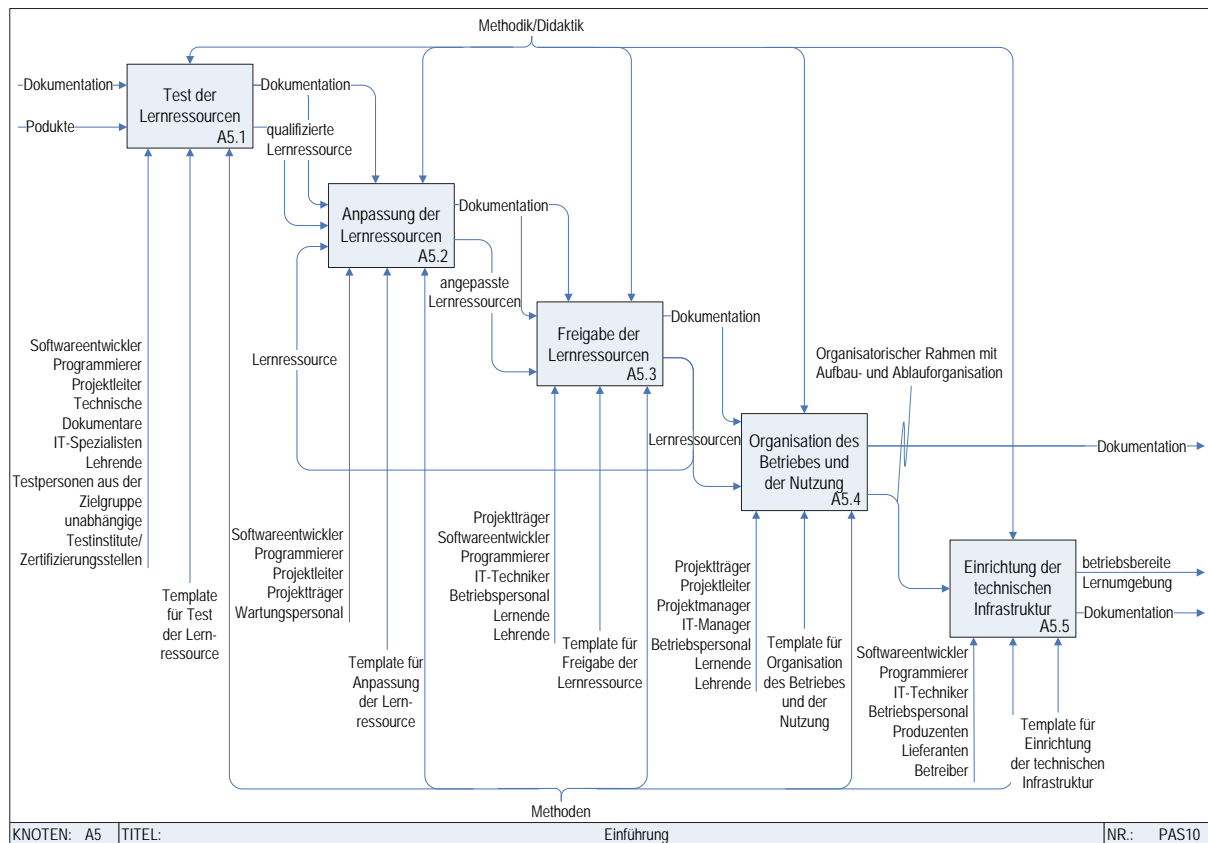


Abbildung 3.9 IDEF0: A5 Einführung in PAS

3.2 Modifizierung der PAS-Prozesse durch ELE-Prozesse

Im PAS-Kontext wurden für die Produktion von Lernressourcen die PAS-Prozesse *Anforderungsermittlung*, *Rahmenbedingungen*, *Konzeption*, *Produktion* und *Einführung* identifiziert. Zur Produktion von Lernressource werden in diesem Abschnitt die PAS-Prozesse durch ELE-Prozesse modifiziert, optimiert und teilweise angereichert. Zudem werden im Sinne einer IDEF0-Notation die wesentlichen *Inputs*, *Outputs*, *Controls* und *Mechanism* für die Prozesse explizit vorgestellt. Abbildung 3.10 zeigt die auf der Grundlage von PAS gewonnenen ELE-Prozesse: *Projekt initialisieren*, *Anforderungen ermitteln*, *Konzeption erstellen*, *Lernressource produzieren* und *Lernressource einführen*. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind in der Grafik nicht alle an den Prozessen beteiligten Personenkreise, also Rollen, aufgeführt, sondern unter dem Ausdruck *Rollen* zusammengefasst. Die ausführliche Beschreibung der Rollen und Konkretisierung der Personenkreise sind im Text zu finden. Dasselbe gilt für alle *Mechanism* wie die Methoden und für die zugeordneten Softwareanwendungen – eine detaillierte Auflistung findet erst im Text statt. Auch die *Control*-Elemente, wie Checklisten und Literatur, sind lediglich als Platzhalter im IDEF0-Diagramm zu verstehen, und die näheren Beschreibungen sind im Text beziehungsweise im Falle der Checklisten auf der CD zu finden. Auf Darstellungen, die im Abschnitt zuvor beschrieben wurden, wird nicht näher eingegangen. Die Templates sind auf der CD und wurden auf Basis der Templates, die bei der Darstellung von PAS in der IDEF0-Notation entstanden sind, erweitert und modifiziert.

In Anlehnung an das ELQ-Projekt sind Werkzeugarten für die Softwareanwendungen und die Beschreibung dieser definiert (Zentrum für Graphische Datenverarbeitung, 2006). Nähere Angaben sind im Anhang E zu finden. Die Kategorien sind im Gegensatz zum ELQ-Projekt komplett modifiziert und es findet innerhalb von ELE eine Zuordnung der Werkzeugarten in jeder Phase des Projektes statt. Die Werkzeugarten sind mit jeweils einem Beispiel für gängige und im Jahr 2015 aktuelle Softwareprodukte aus dem kommerziellen und aus dem Open-Source-Bereich aufgeführt. Die ELE-Prozesse sind an die Semantik der IDEF0-Notation angepasst, indem alle Prozessebenennungen aus einem Substantiv und einem Verb bestehen. So wird aus dem PAS-Prozess *Einführung* der ELE-Prozess *Lernressource einführen*.

Produktion einer Lernressource nach ELE

ELE besteht aus den Prozessen *Projekt initialisieren*, *Anforderungen ermitteln*, *Konzeption erstellen*, *Lernressource produzieren* und *Lernressource einführen* (vgl. Abbildung 3.10). Eingehendes Dokument in den ersten Prozess *Projekt initialisieren* ist eine extrinsische oder intrinsische Idee. Das bedeutet, ein Mitarbeiter hat aus eigenem Antrieb eine Idee und verfasst hierzu eine erste Projektdefinition (intrinsisch), oder ein Mitarbeiter bekommt den Arbeitsauftrag des Vorgesetzten, eine Idee auszuformulieren (extrinsisch). Eine geprüfte Projektdefinition ist ausgehendes Dokument und wiederum eingehendes Dokument für den Prozess *Anforderungen ermitteln*. Die Projektdefinition ist ebenfalls ein kontrollierendes Element für den Prozess *Anforderungen ermitteln*. Vorhandene Analysen und Literatur beeinflussen den Prozess zusätzlich. Ausgehende Dokumente sind ein Grobkonzept und Analysen, wobei das Grobkonzept eingehendes Dokument und die Analysen kontrollierende Dokumente in den darauffolgenden Prozess *Konzeption erstellen* sind. Eine erste grobe Termin- und Budgetplanung entsteht aus den Unterpunkten der Projektdefinition zum geschätzten und geplanten Zeit- und Arbeitsaufwand, die wiederum als kontrollierendes Element in den Prozess *Konzeption erstellen* einfließt. Der Prozess *Konzeption erstellen*, erbringt aus dem eingehenden Dokument Grobkonzept ein Feinkonzept, ein Feinkonzept Technik und Evaluation sowie ein Drehbuch für den nächsten Prozess *Lernressourcen produzieren*. Die Dokumente Drehbuch, Feinkonzept und Feinkonzept Technik und Evaluation sind zusätzlich kontrollierendes Element für die folgenden Prozesse *Lernressource produzieren* und *Lernressource einführen*. Der Prozess *Lernressource produzieren* hat als ausgehende Elemente die einzelnen Medienobjekte, die im Prozess *Lernressource produzieren* erstellt wurden, und die eigentliche Lernressource, die aus mehreren Medienobjekten besteht. Der Teilprozess *Lernressource einführen* hat als ausgehendes Element eine genehmigte Lernressource. Des Weiteren ergeben sich mehrere Berichte: Testbericht, Bericht über Freigabe und Bericht über Anpassung. Kontrollierendes Dokument ist in allen Prozessen außer *Projekt initialisieren* die Literatur, die für jeden Prozess speziell für den Anwender dargeboten wird. Als *Mechanism* sind Office-, Grafik- und Autorenprogramme im Einsatz, und diverse Rollen, Methoden und Templates begleiten die Prozesse unterstützend, die in den folgenden Abschnitten im Detail beschreiben werden.

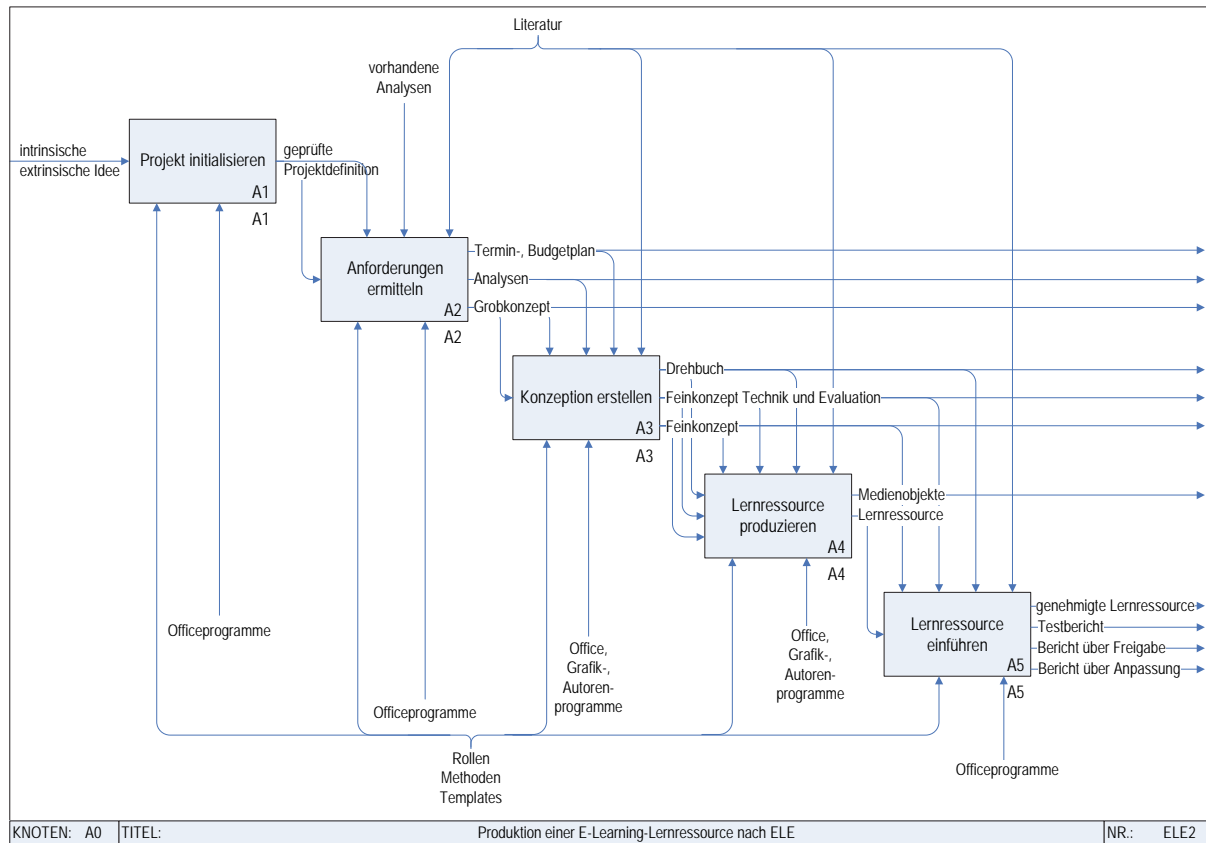


Abbildung 3.10 IDEF0: A0 Produktion einer E-Learning-Lernressource nach ELE

3.2.1 Projekt initialisieren

Der Prozess *Projekt initialisieren* besteht aus den Teilprozessen *Projektdefinition erstellen* und *Projektdefinition prüfen* (vgl. Abbildung 3.11). Es ist wichtig, einen expliziten Ausgangspunkt für ein Projekt zu haben (Maier, 2004). Aus diesem Grund wurde dieser ELE-Prozess, den es in PAS nur als Teilprozess durch *Initiierung* gegeben hat, als Hauptprozess aufgenommen. Die bereits bekannten Elemente *Identifikation der Stakeholder*, *Zieldefinition* und *Bedarfsanalyse* aus PAS sind nun Bestandteil des Templates für die Projektdefinition. Die Projektinitiatoren sind an dem Prozess beteiligt und es stehen die Methoden zur Verfügung, wie im Abschnitt 3.1.1 beschrieben. Weitere *Mechanism* sind Text- und Tabellenkalkulationsprogramme und Mindmanagerprogramme. Im Prozess *Projektdefinition prüfen* wird die Projektdefinition durch die Rollen Projektträger, Projektleitung, Projektinitiatoren, Bildungsverantwortliche, Bildungsexperten, Lernende, Verwender, Nutzer und Sponsoren auf ihre inhaltliche Ausarbeitung begutachtet. Die geprüfte Projektdefinition ist ausgehendes Dokument und eingehendes

Dokument für den darauffolgenden Prozess *Anforderungen ermitteln*. Die geprüfte Projektdefinition dient als Grundlage für das Projekt.

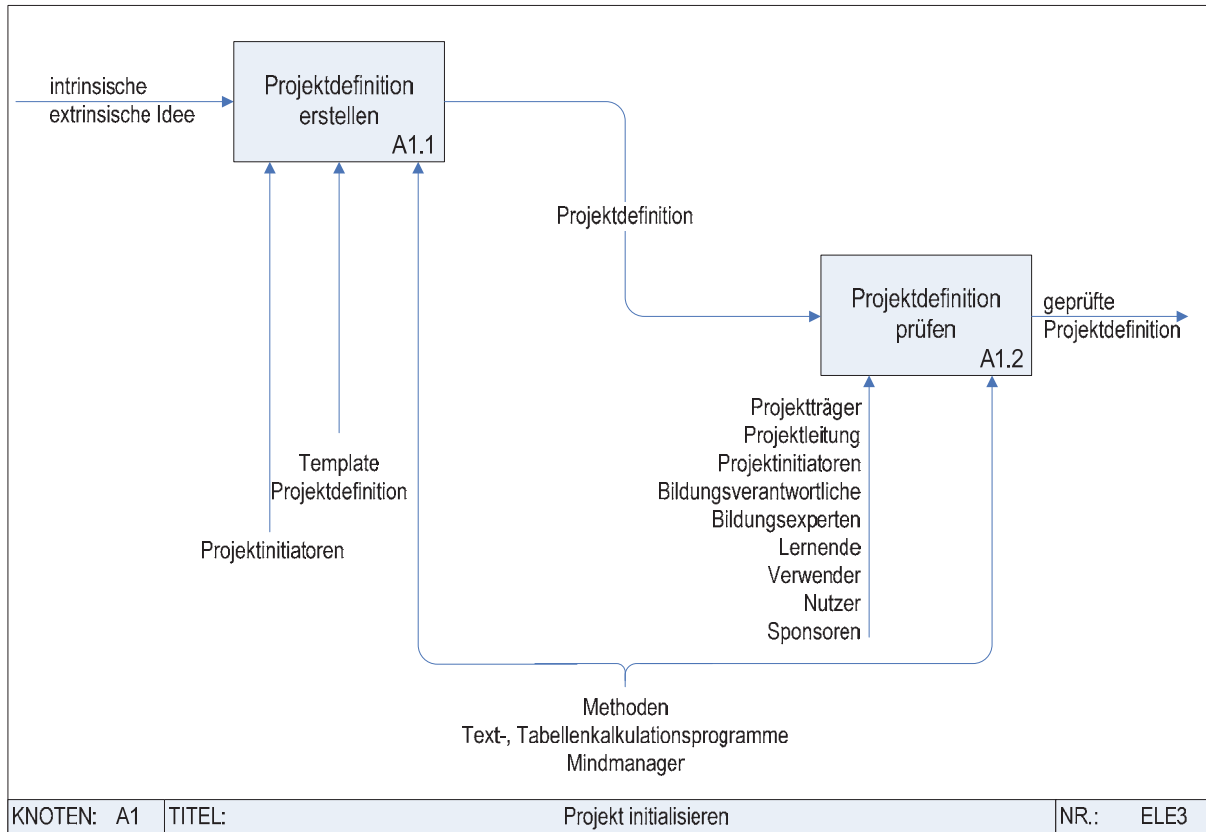


Abbildung 3.11 IDEF0: A1 Projekt initialisieren in ELE

3.2.2 Anforderungen ermitteln

Der komplette Prozess *Rahmenbedingungen* aus PAS wird in den ELE-Prozess *Anforderungen ermitteln* integriert sowie manche Teilprozesse aus dem PAS-Prozess *Konzeption*. Der Prozess *Anforderungen ermitteln* besteht aus den Teilprozessen *Diverse Analysen erstellen*, *Termine und Budget planen* und *Grobkonzept erstellen* (vgl. Abbildung 3.12). Die geprüfte Projektdefinition und Literatur beeinflussen jeden Teilprozess von *Anforderungen ermitteln*. Vorhandenen Analysen sind lediglich beim ersten Teilprozess *Diverse Analysen erstellen* relevant. Eingehendes Dokument ist eine geprüfte Projektdefinition und ausgehende Dokumente sind Analysen sowie Terminplan, Budgetplan und Grobkonzept.

Im ersten Teilprozess werden die Rahmenbedingungen der Einrichtung durch *Diverse Analysen erstellen* untersucht. Die Bezeichnung des Teilprozesses wurde angepasst und besitzt

keine weiteren untergeordneten Teilprozesse mehr. Die Teilprozesse aus PAS sind Bestandteil des Templates für die Analysen und finden dadurch Berücksichtigung in ELE. In den folgenden Teilprozessen werden aus der Projektdefinition und den Analysen die Dokumente Termin- und Budgetplan sowie Grobkonzept produziert. Analysen gehen noch als zusätzliches *Output* aus dem Prozess *Diverse Analysen erstellen* hervor. Der Termin- und Budgetplan basiert auf dem Template für Termine und Budget. In diesem Template werden Angaben gemacht zu den geplanten Meilensteinen, zum Beginn und Ende der Aktivitäten, dazu, wer für die Aktivitäten verantwortlich ist, und zur Priorität der jeweiligen Aktivität (vgl. Kloppenborg, 2012; Meredith & Mantel, 2012; Shenhar & Dvir, 2007). Der Termin-, Budgetplan ist eingehendes Dokument beim Teilprozess *Grobkonzept erstellen* und fungiert gleichzeitig als Kontrollelement. Die Analysen aus dem Teilprozess *Diverse Analysen erstellen* beeinflussen das Grobkonzept und sind daher als weiteres Kontrollelement abgebildet. Das Grobkonzept basiert auf dem Template Grobkonzept, das die Definition der Zielgruppe aus dem PAS-Prozess Rahmenbedingungen sowie die organisatorische und inhaltliche Konzeption aus dem PAS-Prozess *Konzeption des Inhaltes, Organisation und der Technik* beinhaltet. Im Template wurde die Definition der Zielgruppe um Bereiche aus Mair (2004) und um Aspekte aus Kapitel 2 erweitert. Ein weiterer zusätzlicher Punkt im Template ist die Nennung von Referenzprojekten mit ähnlichen fachlichen Inhalten. Es sollten positive, aber auch negative Beispiele notiert werden. Die zusätzlichen Elemente aus Kapitel 2 sind die Merkmale Didaktisches E-Learning-Szenario, Rahmenbedingungen und Device. Das Template nimmt des Weiteren Informationen über die Verwendung von E-Learning-Methoden und erste Ideen über die Struktur der Lektion und den Unterthemen auf. An den Prozessen *Diverse Analysen erstellen* und *Termin und Budget planen* sind dieselben Rollen beteiligt, wie in Abschnitt 3.1.2 beschrieben. *Grobkonzept erstellen* kennt die Rollen aus den PAS-Teilprozessen *Analyse der Zielgruppe* und *Inhaltliche Konzeption* sowie *Organisatorische Konzeption*, nämlich Projektleitung, Bildungsverantwortliche, Medientdidaktiker, Fachdidaktiker, Fachexperten, Softwareentwickler, Support Mitarbeiter, Lehrende und Lernende. Die Methoden setzen sich wie die Rollen aus den bereits genannten Methoden von Kapitel 3.1.2 zusammen. Text-, Tabellenkalkulations- und Projektmanagementprogramme helfen dabei, die entsprechenden Konzepte und Kalkulationen zu erstellen (vgl. Abbildung 3.12).

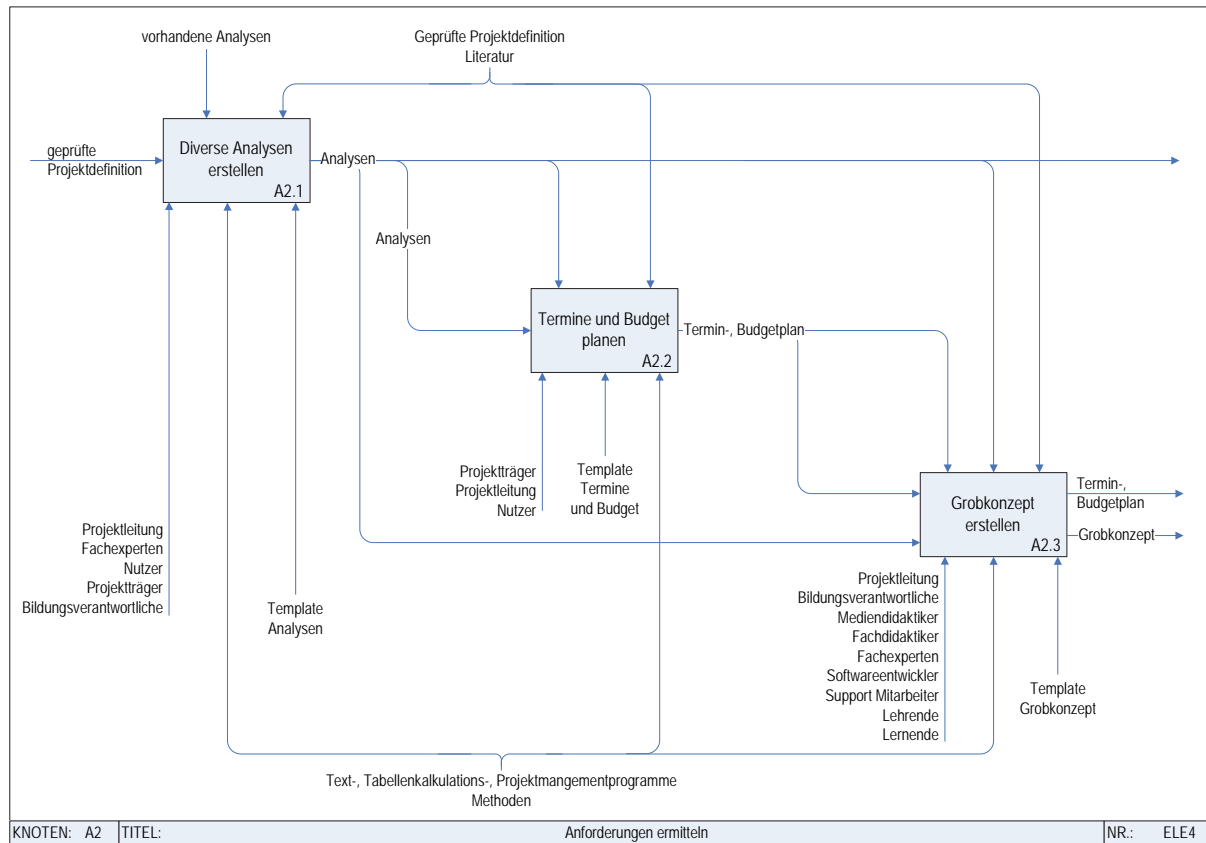



Abbildung 3.12 IDEF0: A2 Anforderungen ermitteln in ELE

Abbildung 3.13 zeigt einen Ausschnitt des Templates Grobkonzept mit der Beschreibung der Lektion, basierend auf den Definitionen aus Kapitel 2.4, hier Überblick und Zusammenfassung der Lektion. Zusätzlich können Angaben darüber gemacht werden, ob es eine Ergebnissicherung beispielsweise in Form einer Übung beziehungsweise Prüfung innerhalb der Lektion geben wird. Zudem können Angaben über Umfang der Lektion und zur E-Learning-Methode gemacht werden (vgl. Abbildung 3.13).

[Projektname]

Beschreibung der Lektionen

Kopieren Sie diese Tabelle entsprechend den Lektionen, die Sie für Ihre E-Learning-Lernressource benötigen und beschreiben Sie die Inhalte der Lektion mithilfe der Tabelle.

Lektion Nr.:	Umfang:
[Name der Lektion]	Ergebnissicherung <input type="checkbox"/> Keine <input type="checkbox"/> Übung <input type="checkbox"/> Prüfung
[Überblick zur Lektion]	
<ul style="list-style-type: none">• [Unterthema 1]• [Unterthema 2]	
[Zusammenfassung der Lektion]	
	E-Learning Methode

Abbildung 3.13 Ausschnitt aus Template Grobkonzept in ELE

3.2.3 Konzeption erstellen

Der Prozess *Konzeption erstellen* konnte gegenüber PAS wesentlich vereinfacht werden und besteht jetzt nur noch aus den Teilprozessen *Feinkonzepte erstellen* und *Drehbuch erstellen* (vgl. Abbildung 3.14). Diverse Aspekte, die bei PAS als eigener Teilprozess aufgelistet waren, sind nun in dem Template Feinkonzept beziehungsweise im Template Drehbuch. Grobkonzept, Analysen, Literatur sowie Termin- und Budgetplan beeinflussen die Prozesse und sind somit kontrollierende Dokumente für beide Teilprozesse. Das Grobkonzept ist eingehendes

Dokument für den ersten Teilprozess *Feinkonzepte erstellen*. Dieser hat als ausgehendes Dokument das Feinkonzept, das auch als eingehendes und kontrollierendes Dokument für den Prozess *Drehbuch erstellen* dient. Ein weiteres ausgehendes Dokument des Teilprozesses *Feinkonzepte erstellen* ist das Feinkonzept Technik und Evaluation. Sowohl Drehbuch als auch Feinkonzept sind ausgehende Dokumente des Prozesses *Drehbuch erstellen*. Die beteiligten Rollen sind Bildungs-, Curriculumverantwortliche, Drehbuchautor, Lehrende, Lernende, Fachdidaktiker, Testexperten, Prüfungsgremium, Mediendidaktiker, Mediendesigner, Softwareentwickler und Support Mitarbeiter.

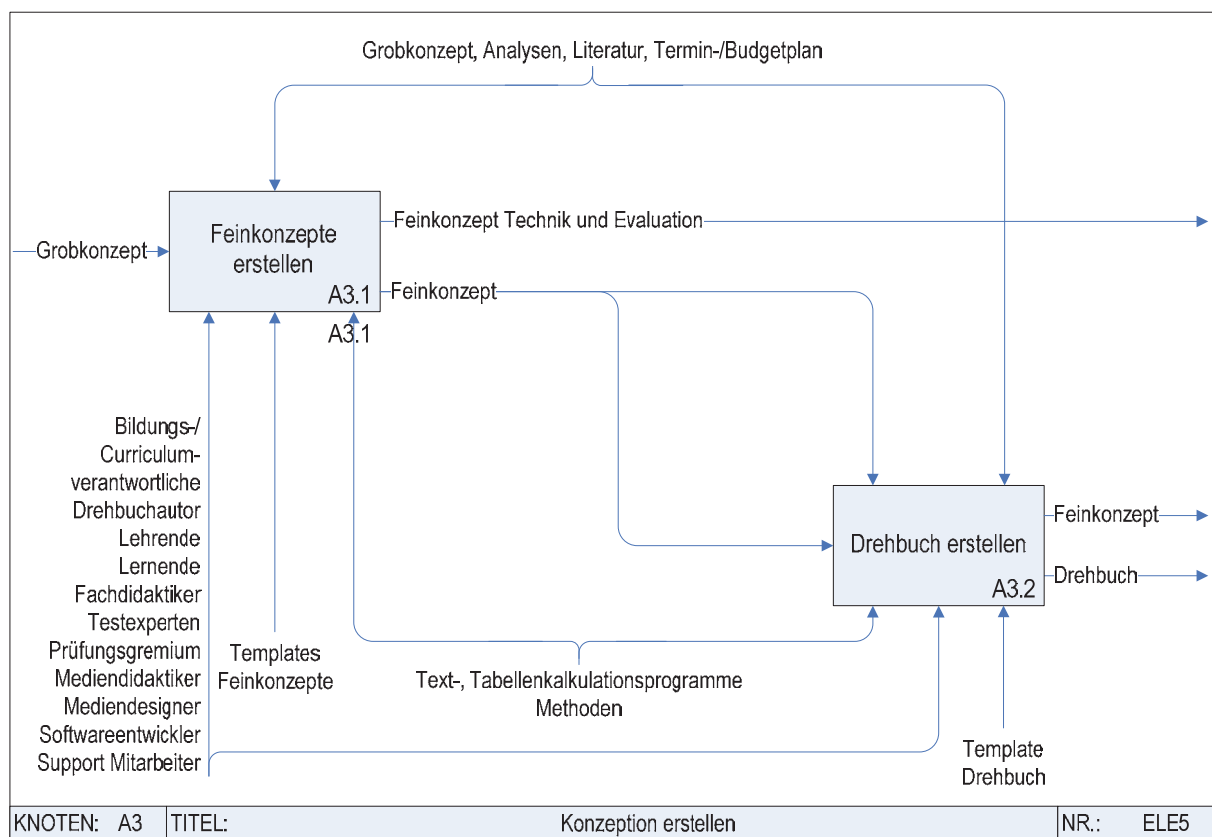


Abbildung 3.14 IDEF0: A3 Konzeption erstellen in ELE

Die Anforderungen an beide Templates sind sehr hoch, denn alles, was in diesem Prozess nicht berücksichtigt oder falsch definiert wird, kann ungünstige Auswirkungen auf den folgenden Projektverlauf und das Endprodukt haben. Das Template Feinkonzept besteht aus zwei Bereichen: (1) Beschreibung des Kurses und (2) Beschreibung der Lernobjekte. Diese Bereiche un-

terteilen sich wiederum in die aus PAS bekannten Unterpunkte Rollen und Aktivitäten, Konzeption der Tests und Prüfungen, Kriterien/Checklisten für die Tests der Lernressource und Konzeption der Wartung und Pflege. Neue Unterbereiche sind Navigationsstruktur/Ablaufdiagramm, Styleguide für die Lektionen, Beschreibung der Lernziele mit Angabe über die Merkmale des kognitiven Prozesses und der geplanten E-Learning-Methode (vgl. Niegemann et al., 2008). Die Navigationsstruktur beziehungsweise das Ablaufdiagramm gibt einen zusätzlichen Überblick über die einzelnen Lektionen, wann eine Lektion beendet ist und welche Fragen und Prüfungen wann erfolgen. Der Styleguide für die Lektionen deckt projektübergreifende Informationen über die eingesetzten Farben, Schriften, Grafikformate und Links ab (vgl. Niegemann et al., 2008). In Beschreibung der Lernziele werden die für die Lektion und das entsprechende Lernobjekt anvisierten Lernziele beschrieben. Angedacht ist an dieser Stelle eine erste grobe Darstellung, die dann im Drehbuch weiter ausgearbeitet wird. Im Template Drehbuch wird jede einzelne Lektion konkret und ausführlich beschrieben beziehungsweise jede Unterseite exakt gezeichnet. Diese Zeichnungen zu den Lektionen sind lediglich Entwürfe, sogenannte Scribbles (deutsch: Kritzelei). Die genauen Textinformationen und Quellen zu den weiterführenden Texten, Audioinformationen beziehungsweise Quellen zu den Audiodateien werden ebenfalls im Drehbuch notiert. Die Didaktik/Methodik aus PAS wird teilweise übernommen, wie die Beschreibung der Sozialform. Der größte Teil wird allerdings durch die in Abschnitt 2.4 erarbeitete Didaktisierung der Lernressourcen erweitert beziehungsweise ersetzt. Wie in Abbildung 3.15 dargestellt, werden die Lernobjekte durch die Lernziele, die Sozialform, den kognitiven Prozess und die E-Learning-Methode beschrieben. Erinnern, Verstehen, Anwenden, Analysieren, Bewerten oder Erzeugen können als kognitive Prozesse, Virtuelles Brainstorming, Online-Diskussion, Online-Beratung, Online-Mindmapping, Digitale Modellrekonstruktion, Online-PQ4R-Methode, Virtuelles Think-Pair-Share als E-Learning-Methoden ausgewählt werden. Das Template kennt zusätzlich die Sozialformen Einzel-, Paar- und Gruppenarbeit sowie Plenum (vgl. Abbildung 3.15).

Abbildung 3.15 Ausschnitt aus Template Feinkonzept in ELE

Der Prozess *Feinkonzepte erstellen* mit den Teilprozessen *Feinkonzept erstellen* und *Feinkonzept Technik und Evaluation erstellen* wurde neu eingeführt und zusammengefasst. An den Prozessen *Feinkonzept erstellen* und *Feinkonzept Technik und Evaluation erstellen* sind diesel-

ben Rollen wie in den PAS-Prozessen *Methodik/Didaktik, Konzeption des Medien- und Interaktionsdesigns, Konzeption des Medieneinsatzes, Lernziele, Konzeption Wartung und Pflege, Konzeption Test/Prüfungen, Rollen und Aktivitäten* und *Organisation des Betriebes und der Nutzung* beteiligt. Die beteiligten Rollen sind die gleichen wie aus dem Prozess *Konzeption erstellen* (vgl. 3.2.3). Mit den Methoden verhält es sich äquivalent zu den Rollen – es stehen dieselben Methoden aus den entsprechenden PAS-Teilprozessen zur Verfügung. Text-, Tabellenkalkulationsprogramme und Mindmanagerprogramme helfen bei der Fertigung der Konzepte (vgl. Abbildung 3.16). Zusätzlich gibt es die Templates *Template Feinkonzept* und *Template Feinkonzept Technik und Evaluation*.

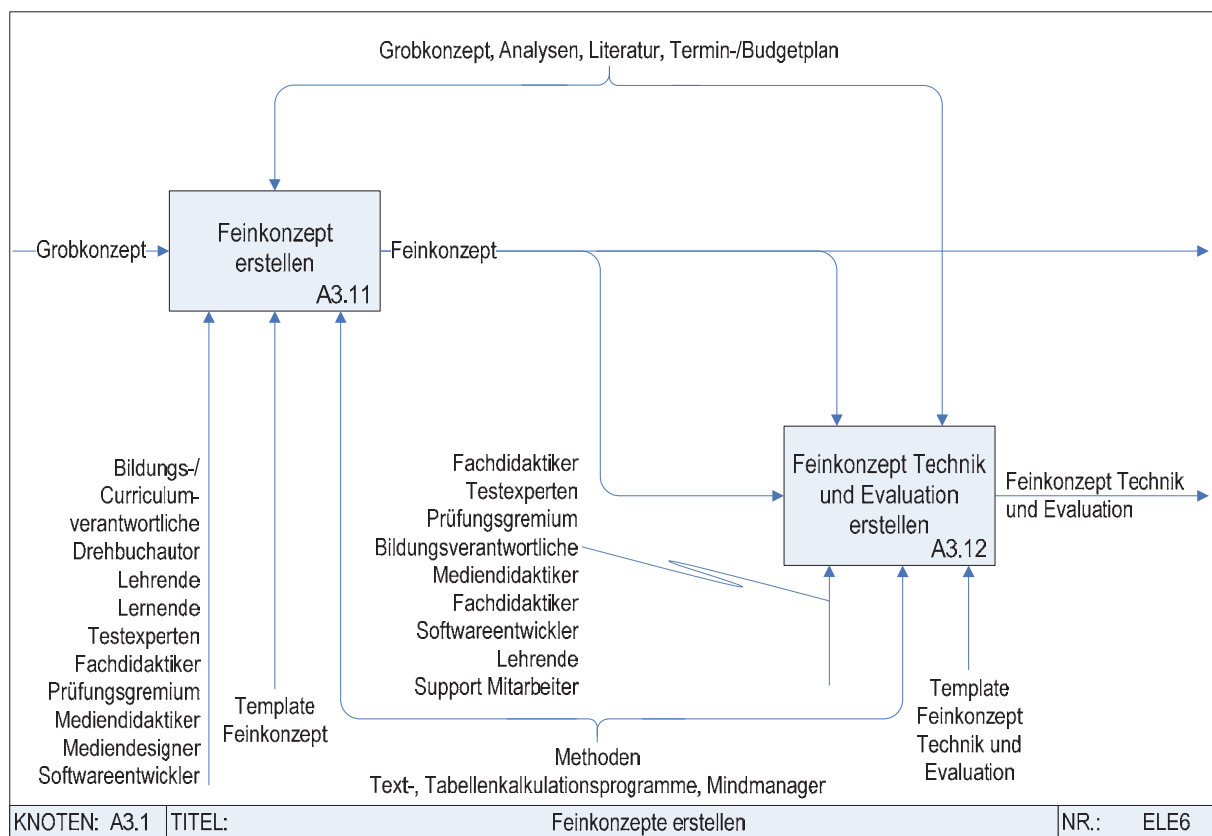


Abbildung 3.16 IDEF0: A3.1 Feinkonzepte erstellen in ELE

3.2.4 Lernressource produzieren

Die Produktion selbst ist abhängig von den zu erstellenden Lernressourcen und die Prozesse variieren daher stark je nach Endprodukt. Bei einer Filmproduktion würden die Prozesse Dreh-

arbeiten und Postproduktion stattfinden und bei einer Audioproduktion müssen beispielsweise Tonaufnahmen und das anschließende Mastering durchlaufen werden. Die Prozesse *Inhalte realisieren*, *Design umsetzen*, *Medien realisieren*, *Technik realisieren* und *Wartung und Pflege definieren* beschreiben den Prozess *Lernressource produzieren* (vgl. Abbildung 3.17). Grundlage und eingehende Elemente sind Drehbuch, Feinkonzept und Feinkonzept Technik und Evaluation aus dem vorangegangenen Prozess. Die zuvor geplante Lernressource ist *Output* des Prozesses *Lernressource produzieren*. Der Teilprozess *Inhalte realisieren* hat als ausgehendes Element Lerninhalte, die wiederum als eingehendes Element beim Teilprozess *Design umsetzen* und *Medien realisieren* dienen. Als ausgehende Dokumente entstehen die Templates für Mediendesign sowie die Templates für Interaktionsdesign, die eingehende Dokumente für den darauffolgenden Teilprozess *Medien realisieren* sind. Im Teilprozess *Medien realisieren* entstehen die einzelnen Medienobjekte der Lernressource. Bei größeren Produktionen, die aus diversen Multimediaelementen zusammengesetzt werden, können einzeln angefertigte Medienobjekte wie Text, Hypertext, Audio, Grafiken und Animationen oder auch komplette Lektionen, Lern- und Medienobjekte als *Output* entstehen und in einer Datenbank gespeichert werden. Medienobjekte aus dem Teilprozess *Medien realisieren* sind beim nächsten Teilprozess *Technik realisieren* eingehende Elemente, während ausgehende Elemente bei diesem Teilprozess die einzelnen Lernressourcen und die Dokumentation sind. Die Lernressourcen sind eingehende Elemente beim letzten Teilprozess *Wartung und Pflege definieren*, der wiederum die fertige Lernressource als ausgehendes Element hat.

Die Feinkonzepte (Feinkonzept sowie Feinkonzept Technik und Evaluation) und das Drehbuch dienen neben der Literatur ebenfalls als kontrollierende Elemente bei allen Teilprozessen der Produktion. Im Feinkonzept werden Angaben dazu gemacht, wer wann was zu erledigen hat, dadurch gibt das Feinkonzept einen Rahmen für das Projekt. Checklisten über erfolgreiches Erstellen von Medienprodukten in Form von Literatur stehen dem Anwender zur Verfügung. Die beteiligten Rollen bei dem Prozess *Lernressource produzieren* variieren wiederum stark je nach der zu erstellenden Ressource. Fachdidaktiker, Fachautoren, Lehrende, Programmierer, Mediendesigner, Mediendidaktiker, Softwareentwickler, Fachexperten und Drehbuchautoren sind an dem Prozess beteiligt. Als Methoden werden die aus PAS bekannten Methoden der einzelnen Teilprozesse verwendet. Video-, Audio-, Grafik- und Autorenprogramme kommen je nach Produktionsbereich zum Einsatz (vgl. Abbildung 3.17).

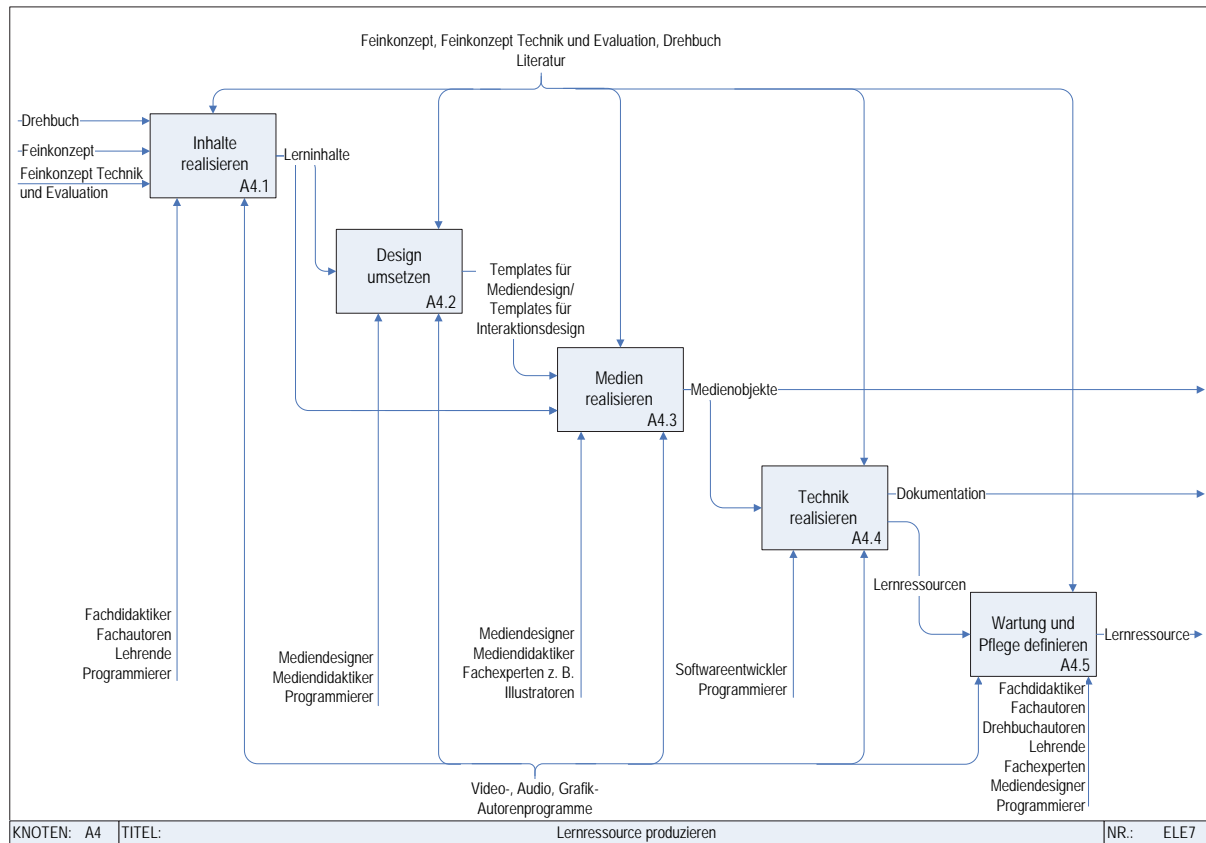


Abbildung 3.17 IDEFO: A4 Lernressource produzieren in ELE

3.2.5 Lernressource einführen

Die produzierte Lernressource muss letztendlich verwendet und eingesetzt werden. Bevor es dazu kommt, wird diese getestet und bei Bedarf nachgearbeitet. Nach erfolgreichen Tests und Endergebnissen wird die Lernressource freigegeben und kann als einzelne Lernressource oder innerhalb einer komplexeren Struktur, wie einem kompletten Kurs, zum Einsatz kommen. Der Prozess *Lernressource einführen* besteht aus den Unterprozessen *Lernressource testen*, *Lernressource freigeben*, *Lernressource anpassen* und *Betrieb und Technik einrichten* (vgl. Abbildung 3.18).

Eingehende Ressource ist die zuvor produzierte Lernressource, und, falls die Lernressource nicht zufriedenstellend abgenommen wurde, die bereits erstellte angepasste Lernressource. Der Teilprozess *Lernressource testen* liefert eine Lernressource sowie einen Testbericht. Die Lernressource dient als eingehendes Element bei dem darauffolgenden Teilprozess *Lernressource freigeben* und der Testbericht wiederum als Kontrollelement. Ausgehende Dokumente von *Lernressource freigeben* sind der Bericht über Freigabe sowie die freigegebenen und nicht

freigegebenen Lernressourcen. Die freigegebene Lernressource ist *Input* für *Betrieb und Technik einrichten* und die nicht freigegebene Lernressource ist eingehendes Element beim Teilprozess *Lernressource anpassen*. Neben den Feinkonzepten, dem Drehbuch und der Literatur, die kontrollierende Elemente für alle Teilprozesse sind, fungieren der Bericht über die Freigabe und der Testbericht über nicht freigegebene Lernressourcen als Kontrollelemente bei diesem Teilprozess. Ausgehende Elemente sind der Bericht über Anpassung und die angepassten Lernressourcen. Der letzte Teilprozess *Betrieb und Technik einrichten* hat als eingehende Elemente die freigegebene Lernressource aus dem Teilprozess *Lernressource freigeben* und die angepassten Lernressourcen aus dem Teilprozess *Lernressource anpassen*. Die genehmigte Lernressource ist ausgehendes Element.

Checklisten zur Evaluation von Lernressource stehen den Beteiligten als Literatur zur Verfügung. Text und Tabellenkalkulationsprogramme kann der Anwender neben Produktionssoftware wie Video-, Audio, Grafik- oder Autorenprogrammen verwenden. Die Rollen Softwareentwickler, Programmierer der Lernressource, Projektleiter, technische Dokumentare, IT-Spezialisten, Lehrende, Testpersonen aus der Zielgruppe, unabhängige Testinstitute/Zertifizierungsstellen, Projektleiter, Projektträger, Wartungspersonal, IT-Techniker, Lernende, Betriebspersonal, Produzenten, Lieferanten, Betreiber, Projektmanager und IT-Manager sind an den Prozessen beteiligt. Der Prozess *Lernressourcen einführen* kennt die gleichen Methoden wie die Prozesse innerhalb von PAS. Zusätzlich gibt es die Templates Template Testbericht, Template Freigabe der Lernressource, Template Anpassung der Lernressource sowie Template Betrieb und Technik.

3 Prozessorientierte Beschreibung von E-Learning-Lernressourcen

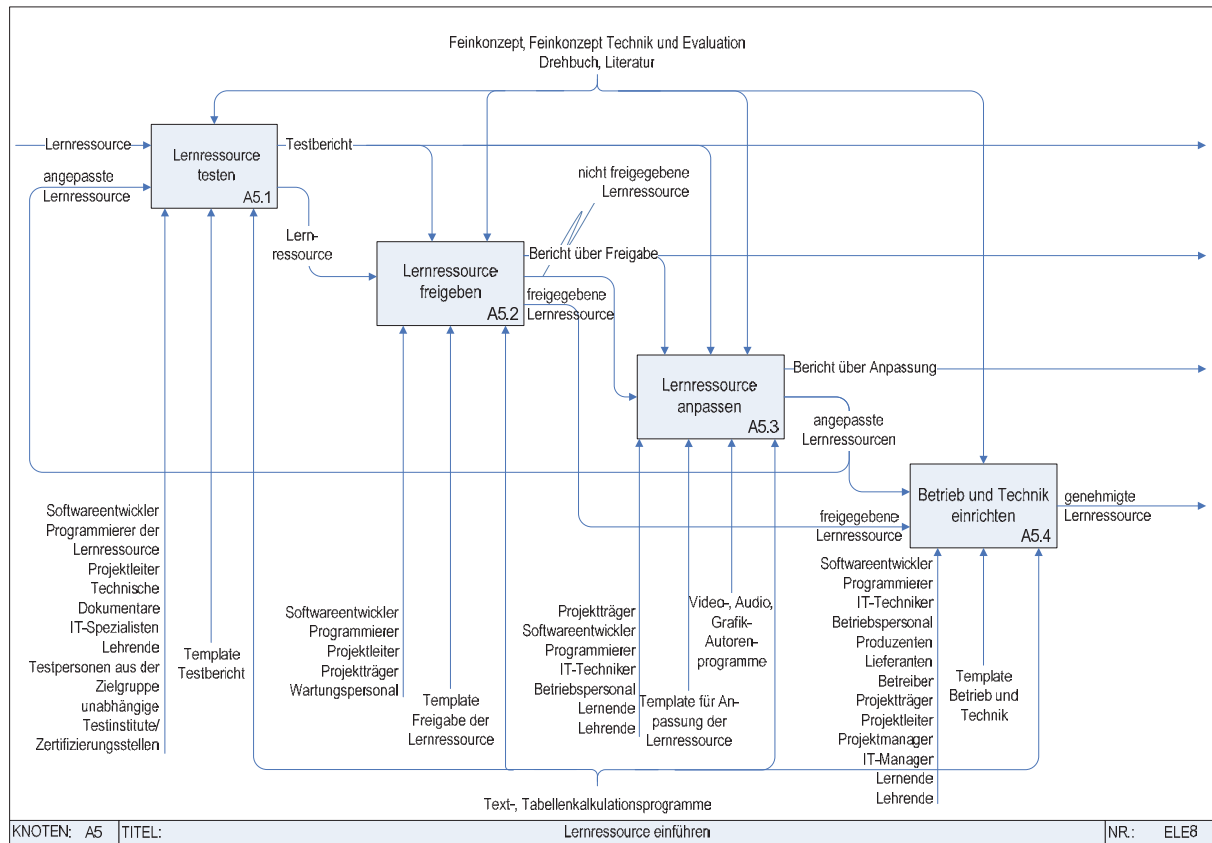


Abbildung 3.18 IDEF0: A5 Lernressource einführen in ELE

3.3 Anreicherung der ELE-Prozesse mit Konzepten und Techniken des V-Modell^{XT}

Im Prozessmodell von ELE wurden die Prozesse *Projekt initialisieren*, *Anforderungen ermitteln*, *Konzeption erstellen*, *Lernressource produzieren* und *Lernressource einführen* elaboriert. In diesem Abschnitt werden die ELE^{XT}-Prozesse für die Produktion unter Verwendung von V-Modell^{XT} angereichert – insbesondere werden Vorgehensbausteine aus Auftraggeber-/Auftragnehmersicht, zum Projektmanagement, zur Qualitätssicherung, zum Konfigurationsmanagement und zum Problem- und Änderungsmanagement berücksichtigt. In den folgenden Abschnitten werden nicht alle IDEF0-Darstellungen wie bisher aufgelistet, sondern es wird jeweils auf die spezifischen Änderungen hin zum E-Learning-Engineering eingegangen. Die kompletten IDEF0-Darstellungen zum ELE^{XT} sind im Anhang D zu finden. Des Weiteren erhalten Dokumente, die keinen expliziten Prozess aufweisen, jedoch eine Änderung in dem Prozess erfahren, ein Asterisk (*) als Kennzeichnung.

Die *Produktion einer E-Learning-Lernressource nach ELE^{XT}* beinhaltet die Teilprozesse *Projekt initialisieren*, *Anforderungen ermitteln*, *Ausschreibung/Pitch durchführen*, *Konzeption erstellen*, *E-Learning-Lernressource produzieren* und *E-Learning-Lernressourcen einführen* (vgl. Abbildung 3.19). Der Teilprozess *Projekt initialisieren* hat als eingehendes Dokument eine intrinsische oder extrinsische Idee und die ausgehenden Dokumente Projektdefinition und genehmigter/abgelehnter Projektantrag. Kontrollierende Dokumente sind, wie bei allen anderen Teilprozessen, Literatur, Anleitungen und Beispiele Templates, die jeweils ein ausgefülltes Template als Anschauungsmaterial sind. Als *Mechanism* dienen, ebenfalls bei allen Teilprozessen, Rollen, Methoden und Templates, und hier zusätzlich Office- und Mindmanagerprogramme sowie bei einigen Prozessen Video-, Audio-, Grafik-, Autorenprogramme. Der Teilprozess *Anforderungen ermitteln* hat als eingehendes Dokument den genehmigten Projektantrag und die ausgehenden Dokumente Projektfortschrittsentscheidung, Projektumgebung, Lastenheft, Projektplan, Projekt-/Qualitätssicherungshandbuch (P-/QS-Handbuch) und Ausschreibungskonzept. Ein zusätzlich kontrollierendes Dokument sind vorhandene Analysen. *Ausschreibung/Pitch durchführen* hat als eingehende Dokumente Ausschreibungskonzept und das P-/QS-Handbuch. Ausgehende Dokumente sind Bericht über Ausschreibung, Projektfortschrittsentscheidung, Vertrag und Pflichtenheft. Als *Mechanism* kommen wieder Office- und

Mindmanagerprogramme zur Anwendung. Neben den standardmäßig kontrollierenden Dokumenten Literatur, Anleitungen etc. sind weitere kontrollierende Dokumente Lastenheft, Projektplan, P-/QS-Handbuch und Ausschreibungskonzept. Der Prozess *Konzeption erstellen* hat die eingehenden Dokumente Vertrag, Projektplan, P-/QS-Handbuch und die ausgehenden Dokumente Projektfortschrittsentscheidung, abgestimmte Projektumgebung, abgestimmter Projektplan, Vertrag, abgestimmtes P-/QS-Handbuch, Drehbuch und Feinkonzept. Kontrollierende Dokumente für diesen Prozess sind das Lastenheft aus dem Prozess zuvor, Vertrag und das Pflichtenheft. *E-Learning-Lernressource produzieren* hat Feinkonzept, Drehbuch und Vertrag als eingehende Dokumente. Die ausgehenden Dokumente sind Vertrag*, Projektfortschrittsentscheidung, Medienobjekte, Feinkonzept* und Drehbuch*. Kontrollierende Dokumente sind Vertrag, abgestimmtes P-/QS-Handbuch und Feinkonzept sowie Drehbuch. Zusätzliche *Mechanism* sind Video-, Audio-, Grafik-, Autoren-, Office- und Mindmanagerprogramme. Der Prozess *E-Learning-Lernressource einführen* hat das eingehende Dokument Lernressource und die ausgehenden Dokumente Projektfortschrittsentscheidung, genehmigte Lernressource, Bericht über Anpassungen, Bericht über Freigabe, Testbericht und Projektabschlussbericht. Kontrollierende Dokumente sind zusätzlich abgestimmtes P-/QS-Handbuch, Vertrag*, Feinkonzept* und Drehbuch* (vgl. Abbildung 3.19).

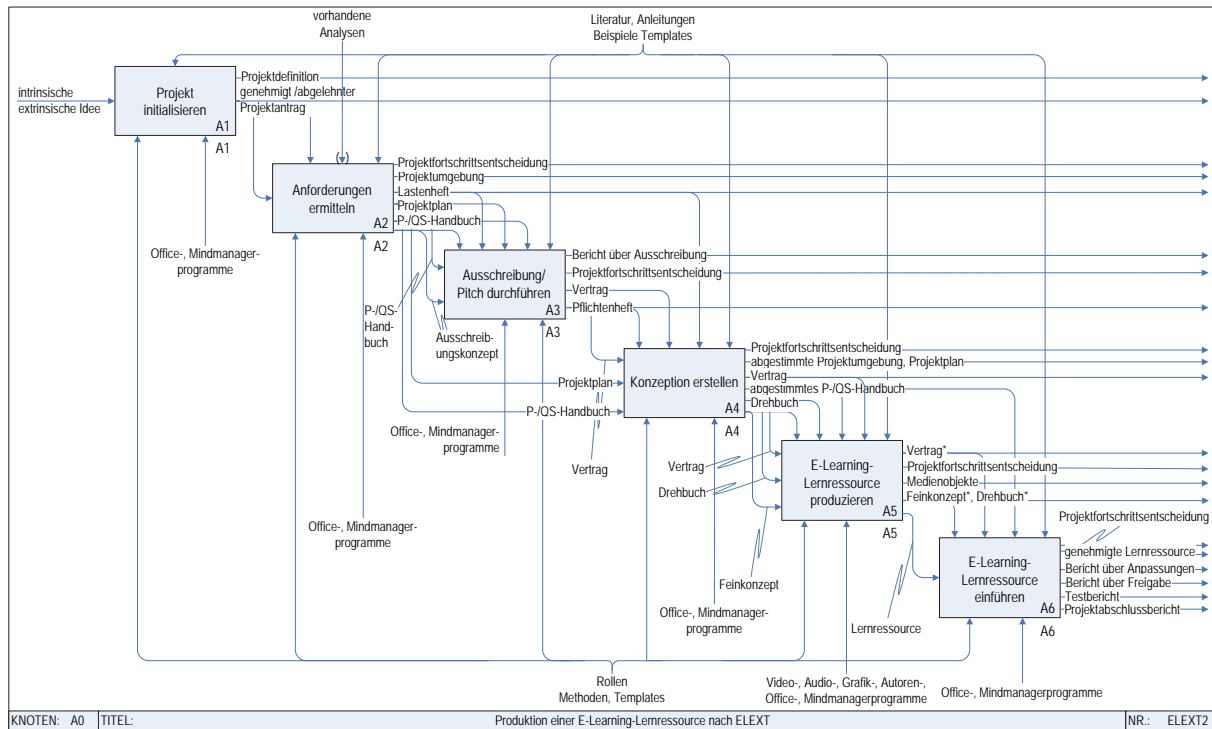


Abbildung 3.19 IDEF0: A0 Produktion einer E-Learning-Lernressource nach ELE^{XT}

3.3.1 Grundkonzepte

Die wesentlichen Grundkonzepte des V-Modell^{XT} wurden im Abschnitt 1.3.1 beschrieben. Die elementaren Bestandteile werden nun auf ihre Fähigkeit zur Integration innerhalb eines neuen Modells überprüft und wenn möglich in ELE^{XT} eingebunden.

Änderungen in den Templates und neue Templates

Das V-Modell^{XT} enthält diverse Templates, die dem Anwender das Ausfüllen und Beschreiben von relevanten Sachverhalten vereinfachen sollen. Innerhalb von ELE sind bereits einige Templates entstanden, die nun durch Aspekte aus dem V-Modell^{XT} erweitert werden. Jedes Template hat jetzt am Anfang zusätzlich ein Änderungsverzeichnis (vgl. Abbildung 3.20).

Änderungsverzeichnis						
Nr.	Datum		Version	Geänderte Kapitel	Änderung	Autor
[1]	Hier	Klicken	[1.1]	[Kapitel X,Y,Z]	[Initiale Produkterstellung]	[Name des Autors]
	für Datum					

Abbildung 3.20 Änderungsverzeichnis in jedem Template von ELE^{XT}

Alle Templates wurden überarbeitet, erweitert und modifiziert und es wurden die Beschreibungen der neuen Abschnitte aus den V-Modell^{XT}-Templates übernommen. Die bereits modifizierten Templates Grob- und Feinkonzept aus ELE wurden ebenfalls erneut überarbeitet. Folgend ein paar Beispiele der Änderungen. Die Templates sind auf der CD dieser Arbeit zu finden.

Projektdefinition. Die Projektdefinition wurde durch Inhalte aus dem V-Modell^{XT} ergänzt und die Beschreibungen wurden aus dem V-Modell^{XT} für ELE^{XT} übernommen. Der Abschnitt Allgemein wird zu Allgemeine Ausgangslage und der Abschnitt Zieldefinition wird umbenannt in Projektziele. Der Abschnitt Identifikation der Stakeholder wird gelöscht, da diese Inhalte bereits unter Projektziele abgefragt werden und die Bedarfsanalyse wird Teil der Allgemeinen Ausgangslage. Die Abschnitte Chancen und Risiken, Termin-/Budgetplanung sowie Qualitätsziele erweitern das Template von ELE^{XT}.

Lastenheft. Das neue Template Lastenheft beinhaltet die Inhalte aus dem Template Grobkonzept aus dem Teilprozess *Anforderungen ermitteln* von ELE sowie die zusätzlichen Abschnitte Lieferumfang und Abnahmekriterien aus dem V-Modell^{XT}. Zusätzlich werden der Prozess und das dazugehörige Template Diverse Analysen aus ELE Bestandteil des Templates für das Lastenheft.

Ausschreibungskonzept. Das Template für das Ausschreibungskonzept enthält im Wesentlichen die Inhalte aus dem Template Termin- und Budgetplan, allerdings ohne die Abschnitte

Meilensteine und Diverse Analysen, stattdessen mit den zusätzlichen Abschnitten Organisation und Vorgehen bei der Ausschreibung sowie Verteiler für die Ausschreibung aus dem V-Modell^{XT}.

Pflichtenheft. Das Template Pflichtenheft wurde komplett neu erstellt und beinhaltet die Abschnitte Meilensteine, wobei an dieser Stelle das Projekt aus Sicht des Auftragnehmers strukturiert werden soll, Umsetzung der Lektionen, Umsetzung der Prüfungen/Übungen, Umsetzung der E-Learning-Methoden, Abnahmekriterien und Kostenauflistung.

Projekthandbuch. Das Template für das Projekthandbuch beinhaltet die Bereiche Projektüberblick, Projektziele und Erfolgsfaktoren, Teilprojekte, Projektspezifisches ELE^{XT}, Abweichungen von ELE^{XT}, Projektdurchführungsplan, Mitwirkung und Beistellungen des Auftraggebers, Organisation und Vorgaben zum Projektmanagement, Organisation und Vorgaben zum Risikomanagement, Organisation und Vorgaben zum Problem- und Änderungsmanagement, Organisation und Vorgaben zum Konfigurationsmanagement, Organisation und Vorgaben zum Anforderungsmanagement, Vorgaben für das Projekthandbuch der Auftragnehmer sowie Berichtswesen und Kommunikationswege.

Zusätzliche Methoden für ELE^{XT}

ELE^{XT} konnte bereits diverse Methoden aus PAS übernehmen. Mit dem V-Modell^{XT} kommen 45 weitere Methoden hinzu aus den Bereichen Anforderungsanalyse, Ausschreibungsunterstützung, Bewertungsverfahren, Datenbankmodellierung, Designverifikation, Fehler-Zuverlässigkeits-Analyse, Geschäftsprozessmodellierung, Kosten-Nutzen-Analyse, Logistische Analyse, Projektplanung und -steuerung, Prototyping, Prozessanalyse, Review, Schätzmodelle, Simulation, Systemanalyse (objektorientierte Analyse (OOA) und strukturierte Analyse (SA)), Systemdesign und Test hinzu. Die zusätzlichen Methoden wurden wieder als Dokumente auf der CD im Ordner *Mechanism* gesammelt.

Neue Prozesse und Teilprozesse

Tabelle 3.1 listet alle Prozesse aus ELE^{XT} auf. Kursiv dargestellt wurden diejenigen Prozesse, die seit der Entwicklung von ELE neu hinzugekommen sind. In der folgenden Beschreibung der Tabelle werden nur die neuen, kursiv dargestellten Prozesse berücksichtigt.

Aufgrund der Vielzahl an neuen Prozessen wird, wie bereits oben erwähnt, auf eine vollständige Beschreibung aller neuen Prozesse verzichtet und es werden nur einige relevante Prozesse exemplarisch ausgewählt und dargestellt. Dabei werden die neuen Prozesse und Teilprozesse überblicksartig erläutert, indem die vorhandenen *Inputs*, *Outputs*, *Mechanism* und *Controls* genannt werden. Auf die Beschreibung der Modifikationen der angrenzenden Prozesse wird an dieser Stelle verzichtet, aber die IDEF0-Darstellungen sind wiederum im Anhang D zu finden.

Tabelle 3.1 Alle ELE^{XT}-Prozesse im Überblick

A1 Projekt initialisieren	A1.1 Projektdefinition erstellen		
	A1.2 Projektdefinition prüfen		
A2 Anforderungen ermitteln	A2.1 Lastenheft erstellen		
	A2.2 Projektmanagement und Qualitätssicherung planen	A2.21 Projekthandbuch erstellen	
		A2.22 Qualitätssicherungshandbuch erstellen	
		A2.23 Projektplan erstellen	
		A2.24 Projektmanagement-Infrastruktur einrichten	A2.241 Projektvorlage kopieren
			A2.242 Projektablage einrichten
	A2.3 Ausschreibung planen	A2.31 Kriterienkatalog erstellen	
		A2.32 Ausschreibungskonzept erstellen	
	A2.4 Projektfortschrittsentscheidung treffen	A2.41 Projektstatusbericht erstellen	
		A2.42 Qualitätssicherungsbericht erstellen	
		A2.43 Projekttagbuch führen	
		A2.44 Projektfortschrittsentscheidung treffen	
A3 Ausschreibung/ Pitch durchführen	A3.1 AN anschreiben		
	A3.2 Angebot erstellen		
	A3.3 Angebot bewerten und auswählen		
	A3.4 Vertrag abschließen		
	A3.5 Projektfortschrittsentscheidung treffen	A3.51 Projektstatusbericht erstellen	
		A3.52 Qualitätssicherungsbericht erstellen	
		A3.53 Projekttagbuch führen	
		A3.54 Projektfortschrittsentscheidung treffen	

A4 Konzept erstellen	A4.1 Projektmanagement und Qualitätssicherung planen	A4.11 Projekthandbuch anpassen
		A4.12 Qualitätssicherungshandbuch anpassen
		A4.13 Projektplan anpassen
		A4.14 Projektmanagement-Infrastruktur anpassen
	A4.2 Feinkonzept erstellen	
	A4.3 Drehbuch erstellen	
	A4.4 Projektfortschrittsentscheidung treffen	A4.41 Projektstatusbericht erstellen
		A4.42 Qualitätssicherungsbericht erstellen
		A4.43 Projekttagbuch führen
		A4.44 Projektfortschrittsentscheidung treffen
A5 E-Learning-Lernressource produzieren	A5.1 Medien und Inhalte produzieren	A5.11 Inhalte realisieren
		A5.12 Design umsetzen
		A5.13 Medien realisieren
	A5.2 Technik und Wartung realisieren	A5.21 Technik realisieren
		A5.22 Wartung und Pflege definieren
	A5.3 Projektfortschrittsentscheidung treffen	A5.31 Projektstatusbericht erstellen
		A5.32 Qualitätssicherungsbericht erstellen
		A5.33 Projekttagbuch führen
		A5.34 Projektfortschrittsentscheidung treffen
A6 E-Learning-Lernressource einführen	6.1 E-Learning-Lernressource testen	A6.11 E-Learning-Lernressource testen
		A6.12 E-Learning-Lernressource freigeben
		A6.13 E-Learning-Lernressource anpassen
		A6.14 Betrieb und Technik einrichten
	6.2 Projektfortschrittsentscheidung	A6.21 Projektstatusbericht erstellen
		A6.22 Qualitätssicherungsbericht erstellen
		A6.23 Projekttagbuch führen
		A6.24 Projektfortschrittsentscheidung treffen
	6.3 Projekt abschließen	

Tabelle 3.1 zeigt, dass A2.1 *Lastenheft erstellen*, A2.2 *Projektmanagement und Qualitätssicherung planen*, A2.3 *Ausschreibung planen* und A2.4 *Projektfortschrittsentscheidung treffen* den Prozess A2 *Anforderungen ermitteln* erweitern. Der Prozess A2.2 *Projektmanagement und Qualitätssicherung planen* beinhaltet die dazugehörigen Prozesse A2.21 *Projekthandbuch erstellen*, A2.22 *Qualitätssicherungshandbuch erstellen*, A2.23 *Projektplan erstellen* und A2.24 *Projektmanagement-Infrastruktur einrichten*. Der Teilprozess A2.24 *Projektmanagement-Infrastruktur einrichten* besitzt noch die Prozesse A2.241 *Projektvorlage kopieren* und A2.242 *Projektablage einrichten*. Der Teilprozess A2.3 *Ausschreibung planen* verfügt über die weiteren Prozesse A2.31 *Kriterienkatalog erstellen* und A2.32 *Ausschreibungskonzept erstellen*, und A2.4 *Projektfortschrittsentscheidung treffen* über die Prozesse A2.41 *Projektstatusbericht erstellen*, A2.42 *Qualitätssicherungsbericht erstellen*, A2.43 *Projekttagebuch führen* und A2.44 *Projektfortschrittsentscheidung treffen*.

Der Prozess A3 *Ausschreibung/Pitch durchführen* wurde komplett neu eingeführt und somit auch die darunter geordneten Prozesse A3.1 *AN anschreiben*, A3.2 *Angebot erstellen*, A3.3 *Angebot bewerten und auswählen*, A3.4 *Vertrag abschließen* und A3.5 *Projektfortschrittsentscheidung treffen*. Der Teilprozess A3.5 *Projektfortschrittsentscheidung treffen* besitzt die Prozesse A3.51 *Projektstatusbericht erstellen*, A3.52 *Qualitätssicherungsbericht erstellen*, A3.53 *Projekttagebuch führen* und A3.54 *Projektfortschrittsentscheidung treffen*.

Innerhalb von A4 *Konzeption erstellen* sind A4.1 *Projektmanagement und Qualitätssicherung planen* sowie A4.4 *Projektfortschrittsentscheidung treffen* neu hinzugekommen, wobei A4.1 *Projektmanagement und Qualitätssicherung planen* durch A4.11 *Projekthandbuch anpassen*, A4.12 *Qualitätssicherungshandbuch anpassen*, A4.13 *Projektplan anpassen* und A4.14 *Projektmanagement-Infrastruktur anpassen* erweitert wird. A4.4 *Projektfortschrittsentscheidung treffen* wird durch A4.41 *Projektstatusbericht erstellen*, A4.42 *Qualitätssicherungsbericht erstellen*, A4.43 *Projekttagebuch führen* und A4.44 *Projektfortschrittsentscheidung treffen* ergänzt.

A5 *E-Learning-Lernressource produzieren* hat den zusätzlichen Prozess A5.3 *Projektfortschrittsentscheidung treffen* mit den weiteren Prozessen A5.31 *Projektstatusbericht erstellen*, A5.32 *Qualitätssicherungsbericht erstellen*, A5.33 *Projekttagebuch führen* und A5.34 *Projektfortschrittsentscheidung treffen*.

A6 E-Learning-Lernressource einführen verfügt über die neu hinzugefügte Prozesse *6.2 Projektfortschrittsentscheidung* und *6.3 Projekt abschließen*. *6.2 Projektfortschrittsentscheidung* wird erweitert durch *A6.21 Projektstatusbericht erstellen*, *A6.22 Qualitätssicherungsbericht erstellen*, *A6.23 Projekttagebuch führen* und *A6.24 Projektfortschrittsentscheidung treffen*.

Der neue Prozess *Ausschreibung/Pitch durchführen*

Dieser Prozess wurde speziell für ELE^{XT} eingeführt und hat insbesondere für größere Projekte besondere Bedeutung. Das Konzept des Pitches (deutsch: Wettbewerbspräsentation) dient zur Auswahl des Auftraggebers. Abbildung 3.21 veranschaulicht den neuen Prozess *Ausschreibung/Pitch durchführen*, der notwendig ist, um eine optimale Auftraggeber-/Auftragnehmer-Kooperation zu gewährleisten. Der Prozess besteht aus den Unterprozessen *AN anschreiben*, *Angebot erstellen*, *Angebote bewerten und auswählen*, *Vertrag abschließen* und *Projektfortschrittsentscheidung treffen*.

Eingehende Dokumente in die genannten Prozesse sind Ausschreibungskonzept, P-/QS-Handbuch, Anschreiben, Bericht über die Ausschreibung, Pflichtenheft und Vertrag. Das Ausschreibungskonzept legt den Ablauf fest und die im Ausschreibungskonzept enthaltenen Kriterien zur Auswahl eines Auftragnehmers bestimmen dann den Auftragnehmer. Ausgehende Dokumente sind Ausschreibungskonzept, Pflichtenhefte, Angebote, Bericht über die Ausschreibung, Vertrag zwischen Auftraggeber und -nehmer. Das Pflichtenheft ist die Weiterentwicklung des Lastenhefts und vertraglich bindend. Im Gegensatz zum Lastenheft sind die Anforderungen im Pflichtenheft bereits präzise und detailliert ausformuliert und es werden zu erbringende Leistungen seitens des Auftragnehmers beschrieben. Ein Bericht über die Ausschreibung wird als Dokumentation des Projektes archiviert.

Bei der Ausschreibung und Auswahl des Auftragnehmers spielen Kriterien aus dem Ausschreibungskonzept eine Rolle. Daher beeinflusst das Ausschreibungskonzept durch die definierten Rahmenbedingungen den Prozess *Angebote bewerten und auswählen*. Weitere kontrollierende Dokumente sind im Teilprozess *AN anschreiben* Anleitungen, Beispiele Templates, wie Beispiel Template Anschreiben, Beispiel Template Pflichtenheft, Beispiel Template Vertrag und diverse Templates für die Projektfortschrittsentscheidung. Lastenheft, Ausschreibungskonzept, Projektplan, P-/QS-Handbuch, Pflichtenheft sowie Literatur helfen den Anwendern

bei der Bearbeitung des Prozesses. Am Prozess *Ausschreibung/Pitch durchführen* sind AG-Projektleiter, AN-Projektleiter, AN-SW-Entwickler, AN-Mediendidaktiker, AN-Mediendesigner, AN-Ausschreibungsverantwortlicher, AG-Projektmanager, AG-Projektleiter, AG-Ausschreibungsverantwortlicher, AN-Projektmanager, AN-Projektleiter, AN-Ausschreibungsverantwortlicher, Lenkungsausschuss, AG-QS-Verantwortlicher, AG-KM-Verantwortlicher, AN-QS-Verantwortlicher sowie AN-KM-Verantwortlicher beteiligt. Templates für Anschreiben, Pflichtenheft, Vertrag und diverse Templates für die Projektfortschrittsentscheidung unterstützen die Prozesse.

Der Prozess *Ausschreibung/Pitch durchführen* ist zwischen die Prozesse *Anforderungen ermitteln* und *Konzeption erstellen* geschaltet. Damit verbunden sind entsprechende Rückwirkungen auf die eingehenden und ausgehenden Dokumente, also die *In-* und *Outputs* der angrenzenden Prozesse. Die Änderungen der IDEF0-Darstellungen können dem Anhang D entnommen werden.

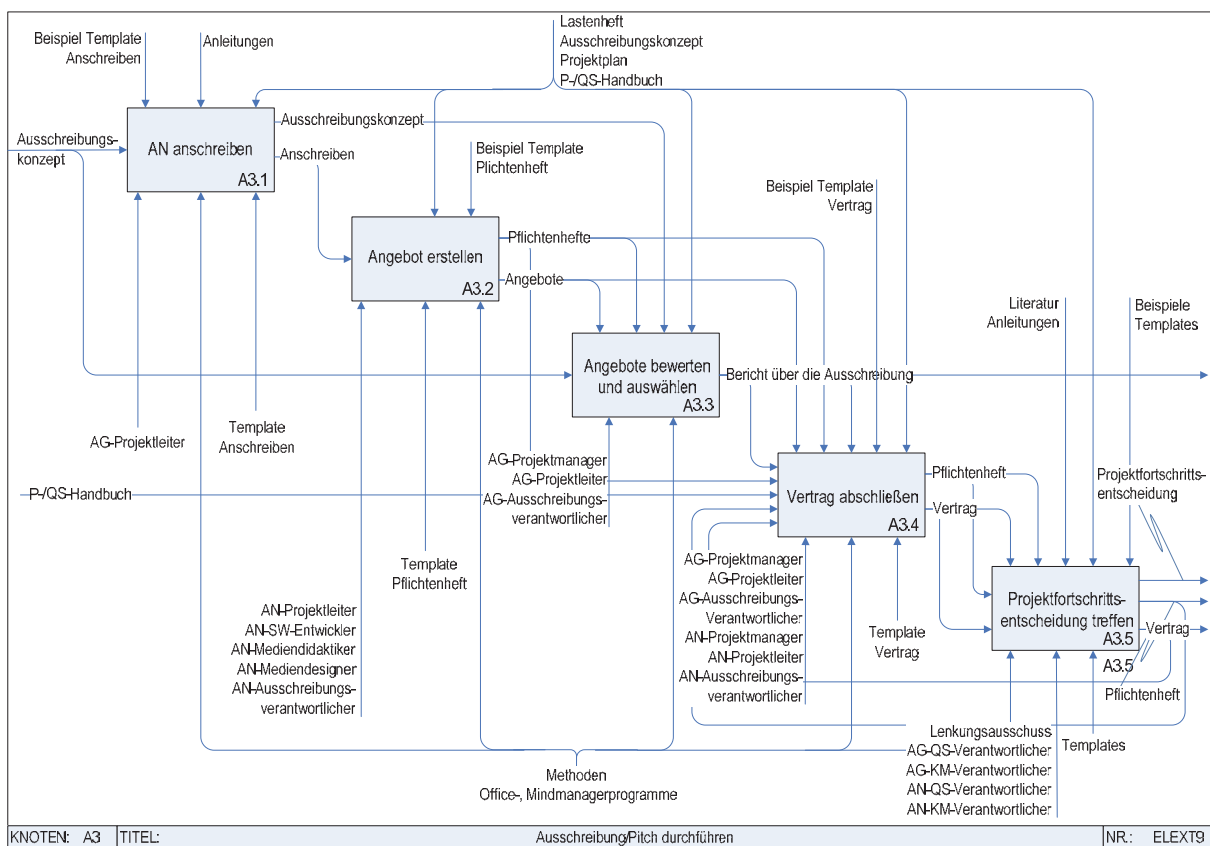
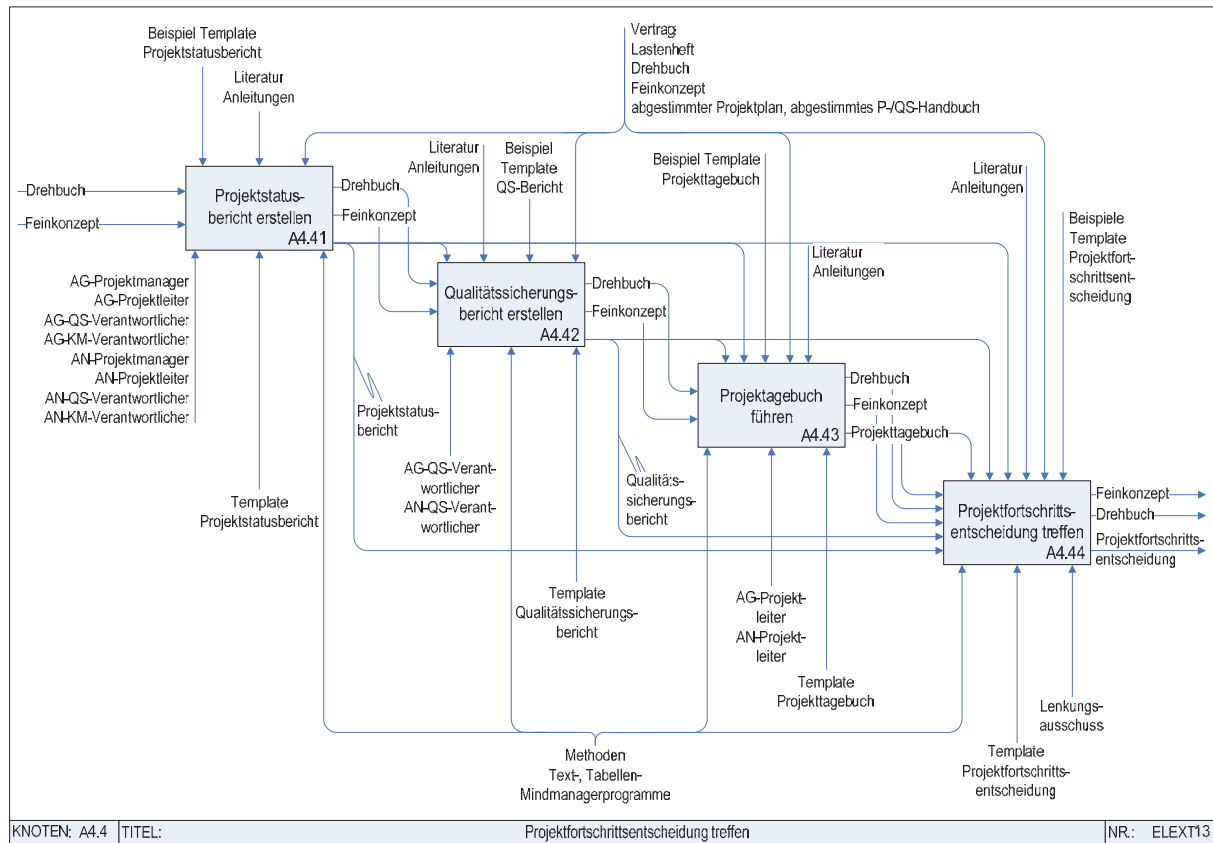


Abbildung 3.21 IDEF0: A3 Ausschreibung/Pitch durchführen in ELE^{XT}

3.3.2 Projektmanagement

Ein wesentlicher Prozess im Projektmanagement ist die Projektfortschrittsentscheidung, die am Ende der Prozesse *Anforderungen ermitteln*, *Ausschreibung/Pitch durchführen*, *Konzeption erstellen*, *E-Learning-Lernressource produzieren* und *E-Learning-Lernressource einführen* durchgeführt und auch individuell und situationsbedingt von den Mitarbeitern gestartet werden kann.

Abbildung 3.22 zeigt daher beispielhaft den Prozess *Projektfortschrittsentscheidung treffen* mit den Unterprozessen *Projektstatusbericht erstellen*, *Qualitätssicherungsbericht erstellen*, *Projekttagebuch führen* und *Projektfortschrittsentscheidung treffen* in der IDEF0-Notation. Die eingehenden Dokumente in die einzelnen Prozesse sind Drehbuch und Feinkonzept und bei *Projektfortschrittsentscheidung treffen* noch zusätzlich Projekttagebuch, Qualitätssicherungsbericht und Projektstatusbericht. Ausgehende Dokumente sind jeweils die eingehenden aus den Prozessen zuvor und daher ebenfalls Drehbuch und Feinkonzept sowie zusätzlich Projekttagebuch, Qualitätssicherungsbericht und Projektstatusbericht sowie am Ende des kompletten Prozesses die Projektfortschrittsentscheidung. Alle Prozesse besitzen die kontrollierenden Dokumente Vertrag, Lastenheft, Drehbuch, Feinkonzept, abgestimmter Projektplan, abgestimmtes P-/QS-Handbuch. Außerdem verfügen alle Prozesse über Literatur und Anleitungen und ein ausgefülltes Beispiel der Templates (Beispiel Template Projektstatusbericht, Beispiel Template QS-Bericht, Beispiel Template Projekttagebuch und Beispiel Template Projektfortschrittsentscheidung). An den Prozessen sind Projektmanager, Projektleiter, QS-Verantwortlicher, KM-Verantwortlicher und der Lenkungsausschuss von Auftraggeber und Auftragnehmer beteiligt (AG-Projektmanager, AG-Projektleiter, AG-QS-Verantwortlicher, AG-KM-Verantwortlicher, AN-Projektmanager, AN-Projektleiter, AN-QS-Verantwortlicher, AN-KM-Verantwortlicher, Lenkungsausschuss). Die Templates Template Projektstatusbericht, Template Qualitätssicherungsbericht, Template Projekttagebuch und Template Projektfortschrittsentscheidung begleiten die Mitarbeiter durch die Prozesse. Text-, Tabellenprogramme und Mindmanagerprogramme unterstützen den Anwender. Methoden aus der Projektplanung und -steuerung (Balkenplan- und Netzplantechnik, Earned Value Verfahren (EVV), Kosten-Nutzen-Analyse und Meilenstein-Trend-Analyse (MTA)) stehen zur Verfügung.

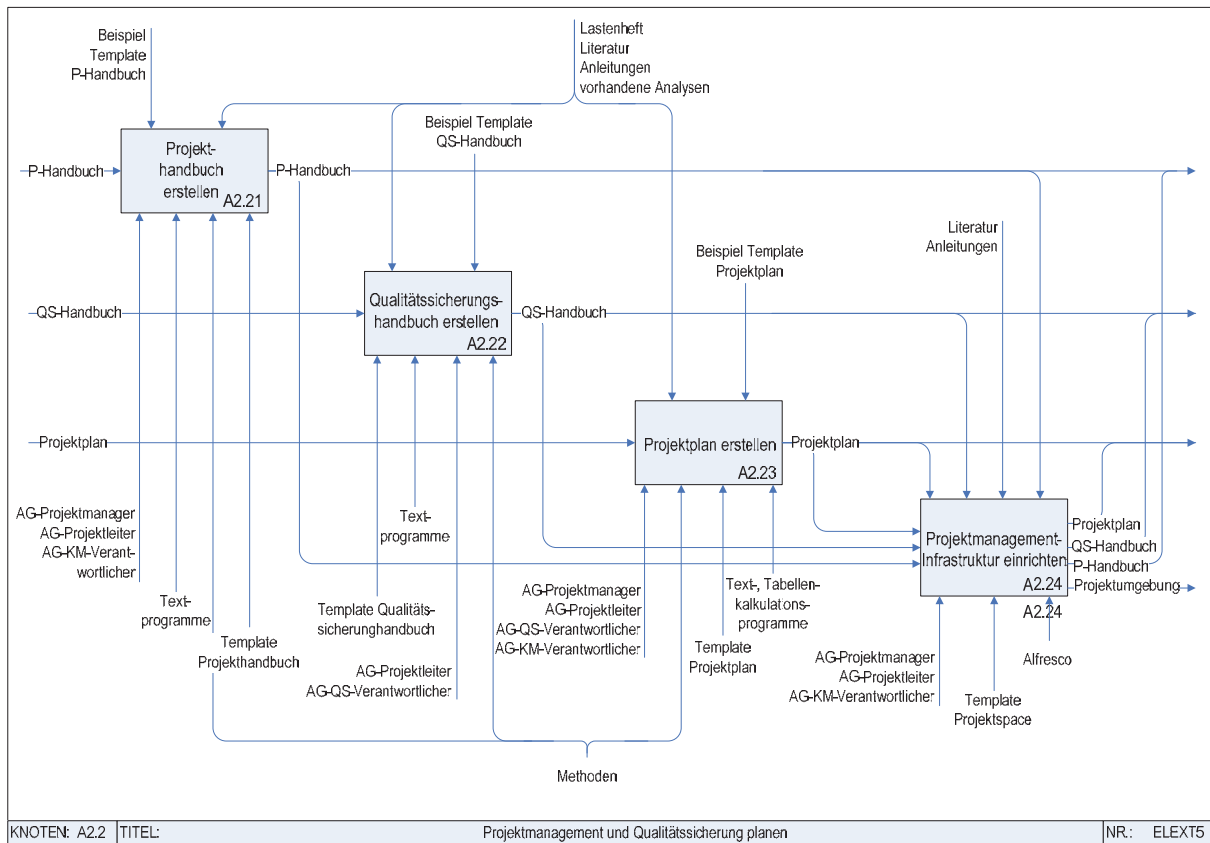
Abbildung 3.22 IDEF0: A4.4 Projektfortschrittsentscheidung treffen in ELE^{XT}

3.3.3 Qualitätssicherung

In jedem Projekt sollte es eine Qualitätssicherung geben. Je nach Projekt können unterschiedliche Maßnahmen zur Qualitätssicherung und Einhaltung definiert werden. In einem Qualitätshandbuch werden die Qualitätsziele dargelegt, es wird das Vorgehen zur Qualitätssicherung und -einhaltung beschrieben und die Prüfgegenstände wie Dokumente oder Prozesse werden näher spezifiziert. In ELE^{XT} wurden die relevanten Prozesse *Qualitätssicherungsbericht erstellen* – ein Unterprozess des Prozesses *Projektfortschrittsentscheidung treffen* – und *Qualitätssicherungshandbuch erstellen* in das Vorgehensmodell übernommen. Der Prozess *Projektfortschrittsentscheidung treffen* existiert in den Prozessen *Anforderungen ermitteln*, *Konzeption erstellen*, *Ausschreibung/Pitch durchführen*, *E-Learning-Lernressource produzieren* und *E-Learning-Lernressource einführen*.

Das QS-Handbuch wird in dem Prozess *Projektmanagement und Qualitätssicherung planen* erstellt. Der Prozess *Projektmanagement und Qualitätssicherung planen* besteht aus den Pro-

zessen *Projekthandbuch erstellen*, *Qualitätssicherungshandbuch erstellen*, *Projektplan erstellen* und *Projektmanagement-Infrastruktur einrichten*, wie in Abbildung 3.23 dargestellt. Der Prozess *Projektmanagement und Qualitätssicherung planen* wird noch einmal zu einem späteren Zeitpunkt im Projekt durchgeführt nämlich im Prozess *Konzeption erstellen* als Teilprozess A.4.1, wenn die Wahl für einen Auftragnehmer getroffen wurde. Zu diesem Zeitpunkt müssen die Dokumente noch einmal gemeinsam (AG/AN) überarbeitet werden. Hier wird der erste Prozess zum Projektmanagement und der Qualitätssicherung beschrieben (A2.2). Es entstehen die Dokumente P-Handbuch, QS-Handbuch und Projektplan sowie die Projektumgebung. Eingehende Dokumente für die Teilprozesse sind Projekthandbuch, QS-Handbuch und Projektplan. Neben der Projektumgebung sind Projekthandbuch, QS-Handbuch und Projektplan sowie die Projektumgebung ausgehende Dokumente. Kontrollierende Dokumente für die einzelnen Teilprozesse sind jeweils die Beispiele der ausgefüllten Templates wie Beispiel Template P-Handbuch, Beispiel Template QS-Handbuch und Beispiel Template Projektplan. Weitere kontrollierende Dokumente sind Lastenheft, Literatur, Anleitungen und vorhandene Analysen. Zur Verfügung stehen dem Anwender diverse Templates (Template Projekthandbuch, Template Qualitätssicherungshandbuch, Template Projektplan, Template Projektspace), Text- und Tabellenkalkulationsprogramme sowie Alfresco. Die Rollen Projektmanager, Projektleiter, KM-Verantwortlicher und QS-Verantwortlicher sind seitens des Auftraggebers an den Prozessen beteiligt (AG-Projektmanager, AG-Projektleiter, AG-KM-Verantwortlicher, AG-QS-Verantwortlicher). Die Methoden kommen aus der Projektplanung und -steuerung wie Balkenplan- und Netzplantechnik, Earned Value Verfahren (EVV) oder Kosten-Nutzenanalyse.

Abbildung 3.23 IDEF0: A2.2 Projektmanagement und Qualitätssicherung planen in ELE^{XT}

3.3.4 Konfigurationsmanagement

Dieser Vorgehensbaustein aus dem V-Modell^{XT} spielt bei jeder Produktion von E-Learning-Lernressourcen und in allen Prozessen von ELE^{XT} eine Rolle. Das Konfigurationsmanagement kann bei kleineren Produktionen mit einfachen Methoden und Hilfsmitteln (z. B. Namenkonvention zur Speicherung der Dokumente mit Versionsnummer) durchgeführt werden und muss nicht immer zwangsläufig in die Errichtung einer digitalen Produktbibliothek münden. Innerhalb von ELE^{XT} wurde der zusätzliche Prozess A2.24 *Projektmanagement-Infrastruktur einrichten* aus dem V-Modell^{XT} eingeführt. Der Prozess *Projektmanagement-Infrastruktur einrichten* besteht aus den Teilprozessen *Projektvorlage kopieren* und *Projektablage einrichten*. Eingehende Dokumente beim Teilprozess *Projektvorlage kopieren* sind P-Handbuch, QS-Handbuch und Projektplan. Im Prozess *Projektablage einrichten* sind eingehende Dokumente wiederum Projekthandbuch, QS-Handbuch, Projektplan und zusätzlich Alfresco Share, wobei es sich hier auch um die *Outputs* von *Projektvorlage kopieren* handelt. Weitere *Outputs* sind P-

Handbuch, QS-Handbuch, Projektplan und eine Projektumgebung. Beide Prozesse haben die kontrollierenden Dokumente Projektplan, P-/QS-Handbuch sowie Literatur und Anleitungen. Die beteiligten Rollen sind Projektmanager, Projektleiter und KM-Verantwortlicher jeweils vom Auftraggeber (AG-Projektmanager, AG-Projektleiter, AG-KM-Verantwortlicher). Weitere *Mechanism* sind Template Projektspace und Alfresco.

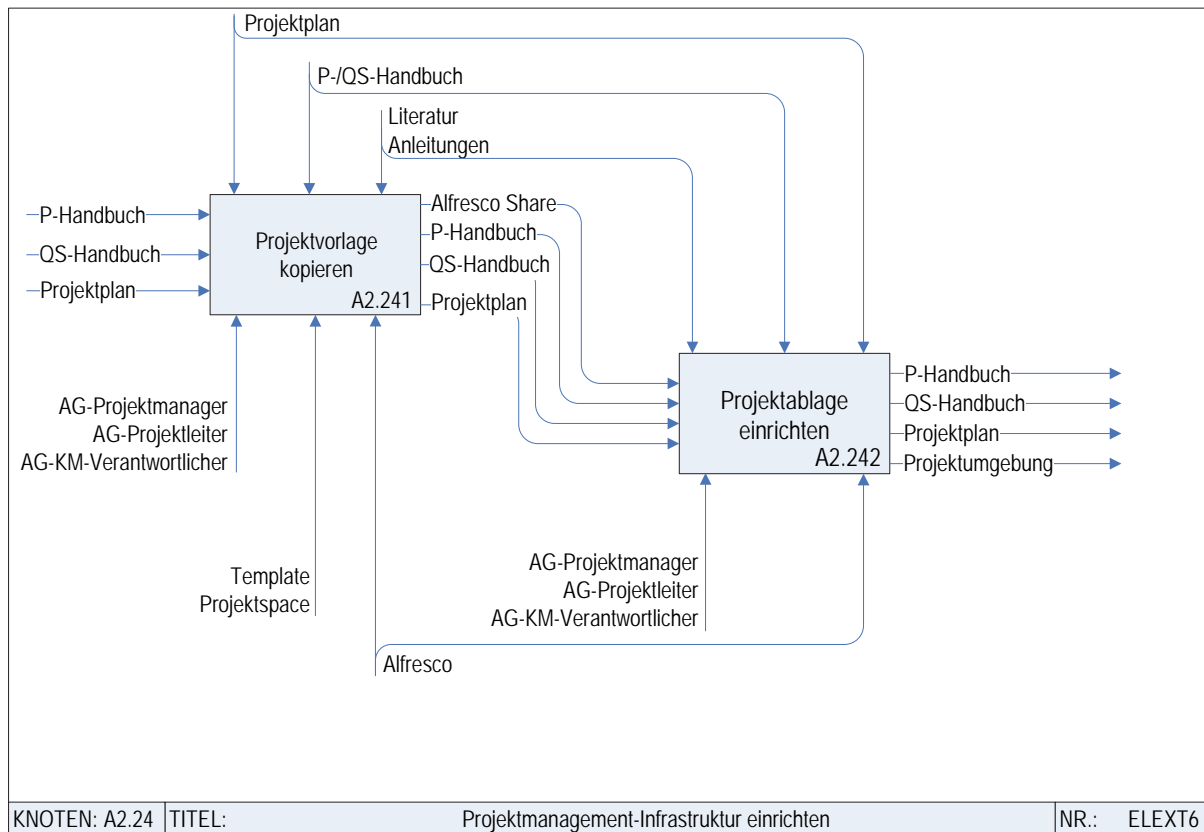


Abbildung 3.24 IDEF0: A2.24 Projektmanagement-Infrastruktur einrichten in ELE^{XT}

Es wird empfohlen, nach relevanten Prozessen im Projekt eine Sicherung aller Dokumente zu erstellen. Für ELE^{XT} wurden die Zeitpunkte *Projekt initialisiert*, *Anforderungen ermittelt*, *Ausschreibung durchgeführt*, *Konzeption erstellt*, *E-Learning-Lernressource produziert* und *E-Learning-Lernressource eingeführt* identifiziert (vgl. Abbildung 3.25). Diese Information wird in der Anleitung zu dem Prozess A2.242 *Projektanlage einrichten* hinterlegt. Nach jeder Sicherung entsteht eine neue Version der Produktkonfiguration (Produktkonfiguration 1 bis Produktkonfiguration 6).

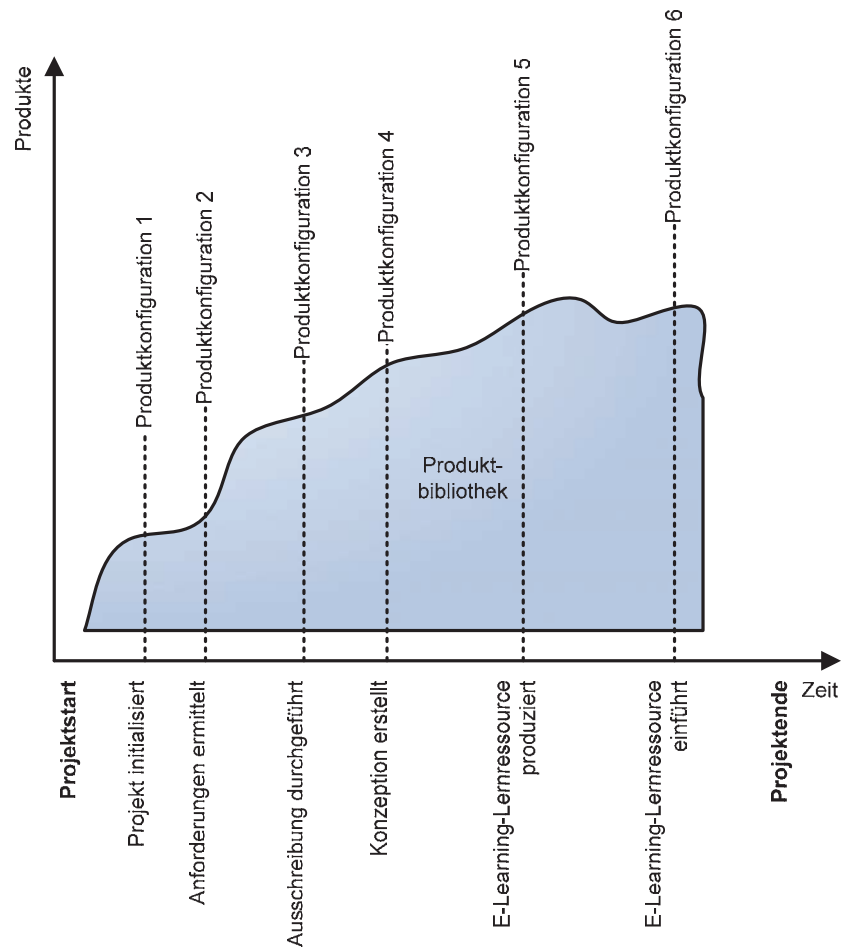


Abbildung 3.25 Produktbibliothek in ELE^{XT},
angelehnt an V-Modell^{XT} (2006)

3.3.5 Problem- und Änderungsmanagement

Der Prozess Problem- und Änderungsmanagement ist innerhalb von ELE^{XT} für alle Prozesse relevant. Der Baustein kommt nur zum Einsatz, wenn tatsächlich Probleme oder Änderungen auftreten. Der Prozess *Problemmeldung/Änderungsantrag stellen* kann jederzeit im Projekt aufgerufen werden und daher erfolgt hier eine losgelöste Beschreibung für den Prozess. Alle Prozesse (*Problemmeldung/Änderungsantrag erstellen*, *Problemmeldung/Änderungsantrag bewerten*, *Änderungsstatusliste führen* und *Änderung beschließen*) aus dem V-Modell^{XT} finden Berücksichtigung und werden abgearbeitet, sobald der Prozess aufgerufen wird. Die Prozesse *Problemmeldung/Änderungsantrag bewerten* und *Änderung beschließen* wurden zusammengefasst zu einem Prozess (vgl. Abbildung 3.26). Der Begriff *Problemmeldung/Änderungsantrag* wird in der Grafik abgekürzt mit P-Ä.

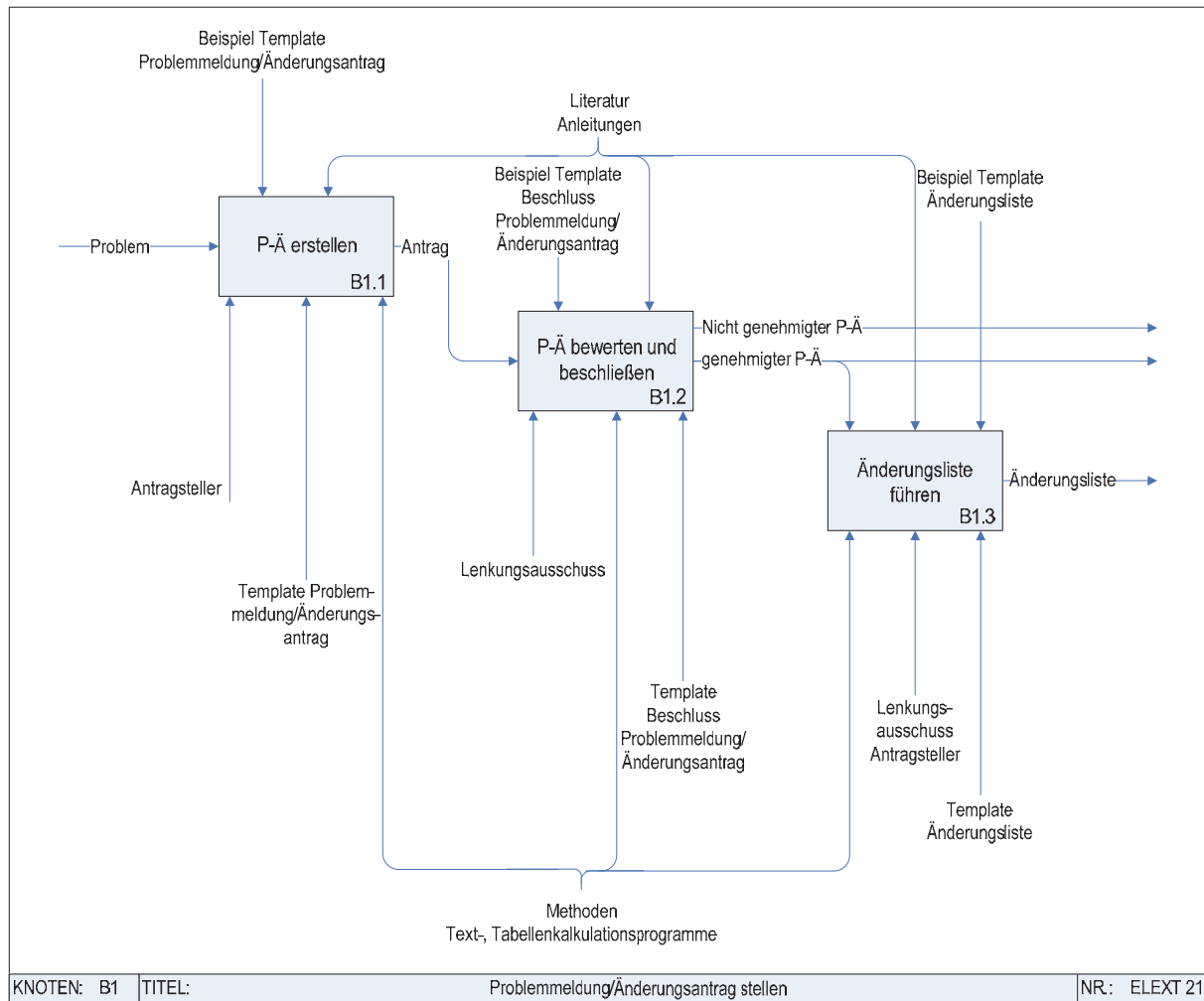


Abbildung 3.26 IDEFO: B1 Problemmeldung/Änderungsantrag stellen in ELE^{XT}

Eingehende Information für den Prozess *Problemmeldung/Änderungsantrag stellen* ist ein konkretes Problem in Form von veränderten Anforderungen, Änderungen am Produkt, Zeit- oder Kostenproblemen oder neuen gesetzlichen Vorschriften. Ausgehendes Dokument ist im ersten Prozess der Antrag, im zweiten Prozess genehmigter oder nicht genehmigter Problemmeldung/Änderungsantrag sowie im dritten Prozess *Änderungsliste führen* eine Änderungsliste mit dem aktuellen Bearbeitungszustand. Die Änderungsliste beinhaltet alle im Projekt erstellten Probleme und Änderungen mit dem jeweiligen Status. Nachdem der Antrag bewertet und beschlossen wurde, werden der Antrag und die Änderungsstatusliste entsprechend des Beschlusses aktualisiert. Beim gesamten Prozess sind Literatur und Anleitungen kontrollierende Elemente. Die gängigen Programme, wie Text- und Tabellenkalkulationsprogramme,

sollten für den Prozess genutzt werden und zusätzlich steht jeweils ein Template für Problem-meldung/Änderungsantrag, Beschluss Problemmeldung/Änderungsantrag und für eine Ände-rungsliste zur Verfügung. Die beteiligten Rollen an diesem Prozess sind der Antragsteller und der Lenkungsausschuss. Bereits ausgefüllte Beispiele stehen für den Anwender in jedem Pro-zess bereit, wie Beispiel Template Problemmeldung/Änderungsantrag, Beispiel Template Be-schluss Problemmeldung/Änderungsantrag oder Beispiel Template Änderungsliste.

3.3.6 Ergebnisse und Entscheidungspunkte von ELE^{XT}

Abbildung 3.27 zeigt die Ergebnisse und Entscheidungspunkte von ELE^{XT}. Des Weiteren sind Entscheidungspunkte dokumentiert, die für beide Sichten (Auftraggeber und Auftragnehmer) jeweils relevant sind. Wie in Abbildung 3.27 dargestellt, entstehen bei der Umsetzung von ELE^{XT} in den Prozessen diverse Dokumente. Einige Dokumente werden vom Auftraggeber, an-dere vom Auftragnehmer und einige Dokumente von beiden erstellt. Die Dokumente, wie Pro-jektdefinition, Lastenheft, Projektplan etc., sind zwischen dem Auftraggeber und dem Auftrag-nehmer platziert. Die Pfeilrichtung zeigt jeweils an, ob ein Auftraggeber oder ein Auftragneh-mer das Dokument produziert. Von oben zeigen die Pfeile auf diejenigen Dokumente, die vom Auftraggeber erstellt werden. Pfeile von unten identifizieren die Dokumente, die in der Ver-antwortung des Auftragnehmers liegen. Zeigen zwei Pfeile auf ein Dokument, so handelt es sich um ein Schnittstellendokument. Bei einem Schnittstellendokument beteiligen sich sowohl Auftraggeber als auch Auftragnehmer an der Erstellung des Dokuments, wie z. B. das Doku-ment Vertrag.

Die wesentlichen Ergebnisse aus Auftraggebersicht sind Projektdefinition, Lastenheft, Projekt-plan, P-/QS-Handbuch, Bericht über Ausschreibung, Vertrag, Feinkonzept, Drehbuch, geneh-migte Lernressource, Projektabschlussbericht sowie diverse Projektfortschrittsentscheidun-gen.

Ergebnisse aus Auftragnehmersicht sind Pflichtenheft, Vertrag, Projektplan, P-/QS-Handbuch, Feinkonzept, Drehbuch, Lernressource, genehmigte Lernressource, Projektabschlussbericht sowie ebenfalls diverse Projektfortschrittsentscheidungen.

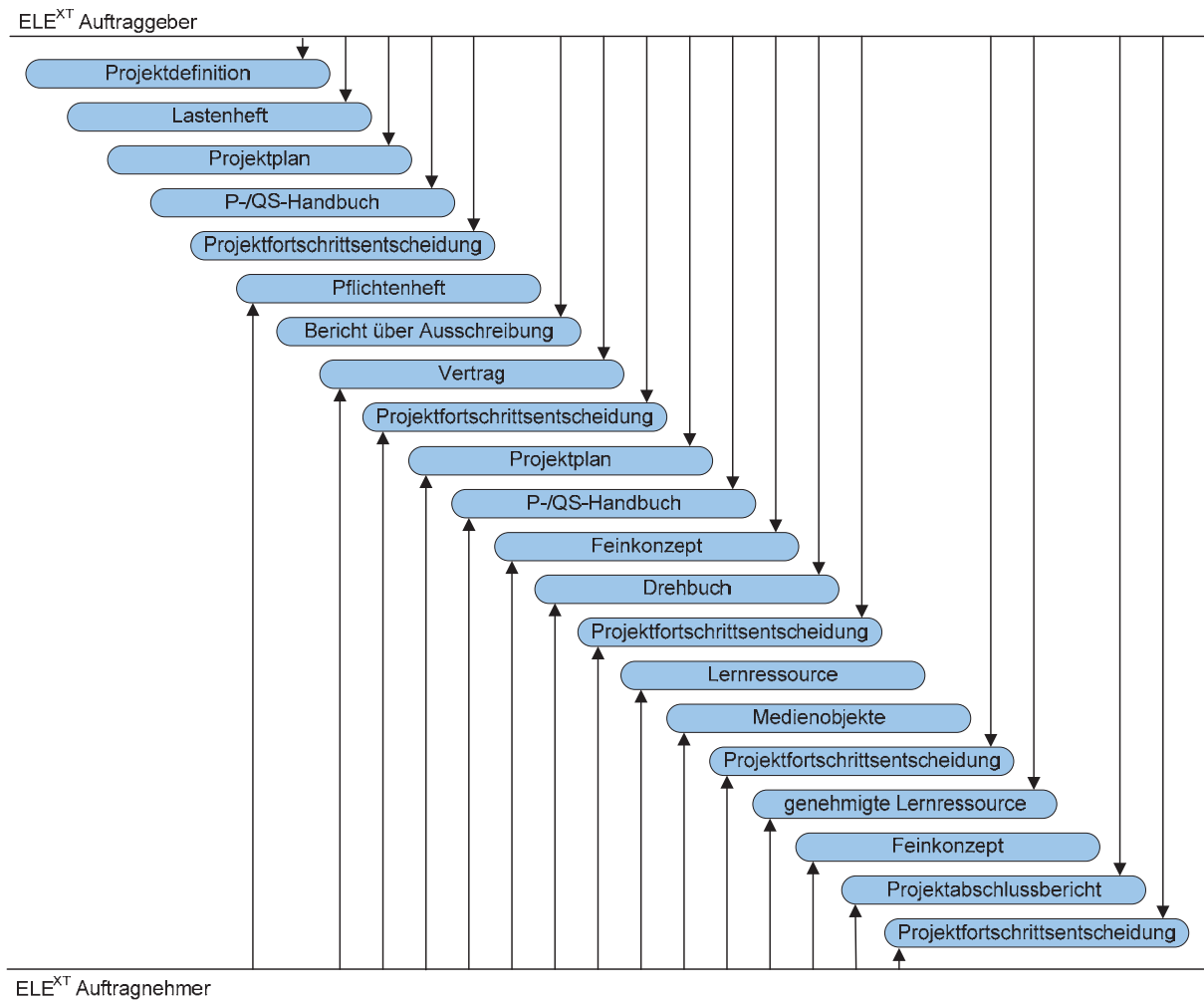


Abbildung 3.27 Schnittstellendokumente in ELE^{XT}

4 Evaluierung verschiedener Softwareplattformen zur Realisierung von ELE^{XT}

Der Begriff Softwareplattform ist eine sehr weitgreifende Bezeichnung und wurde an dieser Stelle bewusst gewählt. Zur Realisierung von ELE^{XT} müssen Prozesse abbildbar sein, Dokumente und Inhalte bearbeitet und verwaltet sowie Benutzer durch Rollen und Nutzerrechte administriert werden. Wie bei einer modernen Softwareplattform zu erwarten, sollten diese Funktionalitäten über das Internet erreichbar sein. Mit der Zeit wurden verschiedene Systeme mit unterschiedlichen Schwerpunkten entwickelt, und eine Vielzahl an unterschiedlichen Produkten ist mit den Jahren entstanden. Auf dem Markt herrscht ein regelrechter Dschungel an Begriffen für derartige Anwendungen, und es ist schwierig, eine Anwendung zu identifizieren, die den geforderten Ansprüchen genügt.

Im Allgemeinen ist unter einem System eine Ansammlung von Komponenten gemeint, die eine bestimmte Auswahl an Funktionen ausführen kann (Jeff & Richard, 2003). In einem ersten Schritt sollen daher Systemkategorien für mögliche Kandidaten von ELE^{XT} ermittelt und kurz beschrieben werden. Anhand von existierenden Kriterienkatalogen und auf der Grundlage der Systemkategorien wird schließlich ein eigener Kriterienkatalog erstellt, um ein geeignetes System zu bestimmen. Die Basis aller Systeme ist ein Server mit entweder einem so genannten LAMP-Aufbau (Linux-Apache-MySQL-PHP-Aufbau) oder mit einem Applikationsserver. Diese beiden unterschiedlichen Architekturen werden im Vorfeld kurz vorgestellt.

4.1 Basisarchitekturen

Die zumeist über das Internet zur Verfügung stehenden Systeme benötigen alle eine spezielle Infrastruktur und Technologie, um lauffähig zu sein. Bei den meisten Systemen haben sich zwei Lösungsansätze, die als technische Basis für die Systeme dienen, durchgesetzt. Diese zwei Basisarchitekturen – LAMP und Applikationsserver – werden im Folgenden kurz beschrieben.

4.1.1 LAMP (Linux, Apache, MySQL, PHP)

LAMP ist die Abkürzung für eine Kombination an Programmen, die bei der Entwicklung und Bereitstellung von dynamischen Internetseiten, häufig zum Einsatz kommen. Der Begriff LAMP ist ein Akronym für die Softwareprodukte Linux, Apache, MySQL (Structured Query Language-Datenbanken) und PHP (Krause, 2005). Abbildung 4.1 stellt den Aufbau einer LAMP-Umgebung dar.

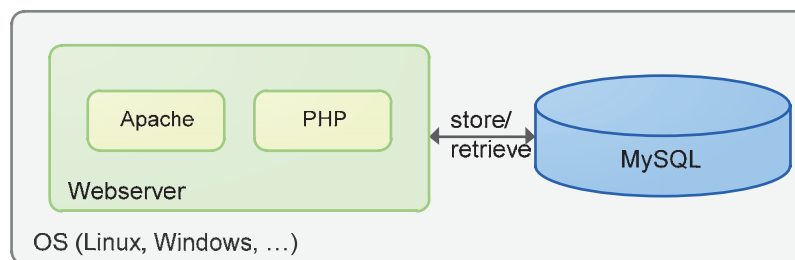


Abbildung 4.1 LAMP-Architektur

Linux. Linux ist ein Open-Source-Betriebssystem aus der Unix-Familie und dient als Basis für den LAMP-Aufbau. Es gibt unterschiedliche Linux-Distributionen, die zum Einsatz kommen können, wie Suse, Debian oder Red Hat. Alternativ sind Serversysteme, wie ein *Microsoft Server* oder *Berkeley Software Distribution* (BSD), geeignet (Siever, Figgins, Love, & Robbins, 2009). Sowohl die Wahl der Linux-Distribution als auch die Wahl eines Serversystems spielt für die Funktion der zu testenden Softwareplattformen keine Rolle.

Apache. Bei dem Webserver von Apache handelt es sich ebenfalls um Open-Source-Software. Apache hat bis heute den Ruf, der meistverbreitete Webserver im Internet zu sein, wobei gerade im letzten Jahr die Zahlen des *Windows Servers* von Microsoft stark angestiegen sind

(Netcraft, 2015). Apache liefert zusammen mit dem PHP-Modul dynamisch die Inhalte an den Webbrowser aus (Krause, 2005).

PHP. PHP (bedeutet *Hypertext Preprocessor*, früher einmal *Personal Home Page Tools*) ist eine Skriptsprache zur Generierung dynamischer Webseiten und Online-Dienste. Dadurch erfreut sich PHP ebenfalls eines großen Bekanntheits- und Verbreitungsgrades (Krause, 2005).

MySQL. MySQL ist ein relationales Datenbankmanagementsystem (DBMS) und eine der beliebtesten Open-Source-Datenbanken weltweit (Däßler, 2013).

4.1.2 Applikationsserver

Ein Applikationsserver lässt sich durch unterschiedliche Softwareprodukte einrichten. Im Gegensatz zur Beschreibung der LAMP-Architektur sind in der Abbildung 4.2 für die Architektur eines Applikationsservers nicht die konkreten Softwareprodukte, sondern nur Softwaretypen (wie z. B. Webserver, Server, Applikationsserver, Datenbank) genannt. Die nachfolgende Abbildung zeigt einen auf Java basierten Lösungsansatz unter Verwendung einer Linux-Lösung.

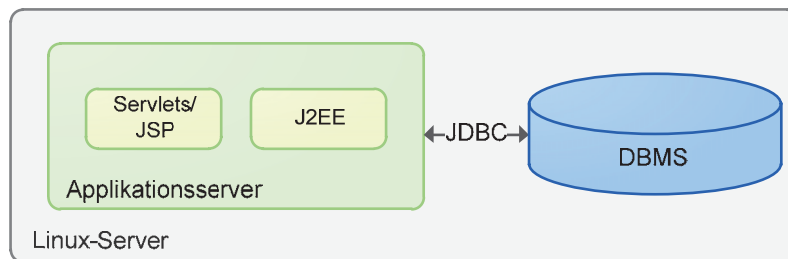


Abbildung 4.2 Applikationsserver-Architektur

Server. Als Basis dient ein Serverbetriebssystem. Infrage kommen aus dem Unix-Bereich ebenfalls Unix-Derivate, wie Solaris, BSD, FreeBSD, Linux etc.

Applikationsserver. Der Applikationsserver kann eine Umgebung für mehrere Applikationen zur Verfügung stellen und beinhaltet eine sogenannte IDE – *Integrated Development Environment* –, die jeweils eine Programmiersprache unterstützen kann, wie CORBA oder Java. Applikationsserver beinhalten bereits standardmäßig Bibliotheken, um Prozesse umzusetzen, die

hauptsächlich die Industrie benötigt, wie Workflows oder Abrechnungssysteme. Bei dieser Java-Lösung bilden die zwei Komponenten Servlets/JavaServer Pages (JSP), die eigentlichen Java-Programme sowie *Java Platform Enterprise Edition (J2EE)*, eine Ergänzung für sichere, transaktionsorientierte Multitieranwendungen (Bass, Clements, & Kazman, 2003; Sun Microsystems, 2015). Zu den bekanntesten Softwareprodukten gehören WebSphere von IBM, Jboss von Jboss, WebLogic von BEA und Tomcat von Apache (Franz, 2008).

DBMS/JDBC. Die Kommunikation zwischen dem Applikationsserver und dem Datenbankmanagementsystem erfolgt durch die Java-Schnittstelle JDBC (Java Database Connectivity), die diverse Datenbanken unterstützt. Beispiele für Datenbankmanagementsysteme sind *Hyper Structured Query Language Database (HSQLDB)*, MySQL, Oracle oder PostgreSQL (Bass et al., 2003).

4.2 Typen von Softwareplattformen

Für alle Systeme, die für ELE^{XT} infrage kommen, gilt, dass sie Inhalte bearbeiten, verwalten und bereitstellen können. Diese Inhalte sind beispielsweise einfache Textdokumente, aber auch Assets, wie Bilder, Tonelemente oder Videos. Die Bearbeitung der Assets findet meist außerhalb dieser Systeme statt und die aktualisierten Assets werden den Systemen im Anschluss modifiziert übergeben. Die Verwaltung und Darstellung der Inhalte ist abhängig von den Systemen. Je nach Charakter und Lösungsansatz gibt es die Möglichkeit, Inhalte online auf einer Webplattform zu präsentieren und zur Unterstützung bei der Verwaltung eine Versionierung bereitzustellen.

Im Fokus von ELE^{XT} stehen E-Learning-Lernressourcen und deren Bearbeitung sowie Prozesse, die die Schritte zur Bearbeitung dieser E-Learning-Lernressourcen vorgeben und unterstützen. Ein wichtiges Element bei der Konzeption und Entwicklung von E-Learning-Lernressourcen sind Dokumente. In jedem Prozess werden Dokumente erarbeitet, aktualisiert und sollten einen vordefinierten Workflow durchlaufen. Liebhart (2011) teilt die Systeme von unstrukturierten Daten in Büroautomatisierung, Multimediasystem und wissensbasierte Systeme ein. Den Unterbereich Büroautomatisierung beschreibt er als Systemtyp, der „sämtliche Prozesse der Verwaltungsarbeit, insbesondere den Umgang mit Dokumenten aller Art“ (Liebhart, 2011, S. 48) unterstützt. Die einzelnen Bereiche sind Kommunikation, Dokumenten-Management, Enterprise-Content-Management und Content-Management (Liebhart, 2011). Daher liegt es nahe, ähnlich wie Liebhart (2011), Anwendungen aus den Bereichen Dokumenten-Management und Enterprise-Content-Management-Systeme zu wählen. Um den Aspekt der prozessorientierten Entwicklung der E-Learning-Lernressourcen mit zu berücksichtigen, werden zusätzlich Systeme aus dem Bereich des Workflow-Managements betrachtet. Enterprise-Content-Management-Systeme fusionieren häufig beide Aspekte – die Verwaltung von Workflows und von Dokumenten, wobei meistens eine Komponente durch die Vielzahl an Funktionalitäten eines Enterprise-Content-Management-Systems weniger ausgeprägt ist. Dennoch sind auch einige Produkte aus dem Bereich Enterprise-Content-Management von Interesse.

Somit ergeben sich in dieser Arbeit Systeme aus den Bereichen Document-Management-System (DMS), Enterprise-Content-Management-System (ECMS) und Workflow-Management-

System (WfMS) zur Analyse. Keine dieser Kategorien ist eindeutig und endgültig definiert. Anbieter derartiger Systeme versuchen ihren Funktionsumfang durch eine stetig wachsende Anzahl an Akronymen zu erweitern (Kampffmeyer, 2003, 2006; Liebhart, 2011). In den folgenden Abschnitten wird daher die aktuelle Beschreibung von DMS, ECMS und WfMS mit der jeweiligen Architektur der Systeme aufgeführt, woraus sich Kriterien für den Katalog zur Auswahl eines geeigneten Systems zur Umsetzung von ELE^{XT} ableiten lassen.

4.2.1 Document-Management-System (DMS)

Document-Management-Systeme gehören zu den ältesten Technologien der hier aufgeführten Systeme, die in Unternehmen zur Automatisierung eingesetzt werden. Schon mit den Anfängen der EDV wurden Dokumente eingescannt und archiviert, damit diese über Jahre hinweg verfügbar bleiben (Kampffmeyer, 2006; Weyhing & Arnold, 2006). Des Weiteren sollten eingescannte Dokumente ein schnelleres Auffinden in den elektronischen Archiven gewährleisten (Versteegen & Dietrich, 2002). Die wichtigsten Merkmale eines DMS sind: (1) dynamische Ablage, (2) durch Versionierungsmanagement kontrollierter Änderungsdienst, (3) Verwaltung von EDV-Systemen, (4) kooperative Bearbeitung von Dokumenten durch mehrere Benutzer, (5) Zugriff auf Dokumente mittels Datenbank über Suchmerkmale oder Strukturen ähnlich denen eines Dateimanagers, (6) Speicherung von Dokumenten und Verwaltungsinformationen auf magnetischen Speichermedien und (7) kontrollierter Dokumentenaustausch über Check-in- und Check-out-Mechanismen (Versteegen & Dietrich, 2002). In existierenden Document-Management-Systemen wurde mit der Zeit immer mehr an Funktionalität integriert, damit die Systeme stets den aktuellen Standards und Trends entsprechen (Liebhart, 2011).

Wie in Abbildung 4.3 ersichtlich, kann ein DMS entweder auf einer LAMP-Architektur basieren oder einen Applikationsserver verwenden. In beiden Fällen beruht ein DMS auf einer Client-Server-Architektur und der Zugriff erfolgt mit einem Client über das *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP). Die Komponenten Administration, Kommunikation/Kollaboration, Workflow und Dokumenten-Management sind Bestandteile eines DMS.

Administration. Zur Administration gehört die Verwaltung des Systems, wie Benutzer und deren Berechtigungen, Gruppenzugehörigkeit, Reports und Statistiken (Versteegen & Dietrich, 2002).

Kommunikation/Kollaboration. Um eine Zusammenarbeit bezüglich der zu erstellenden Dokumente zu gewährleisten, verfügt das System über Kommunikationstools, wie ein Diskussionsforum und Möglichkeiten für Kommentare beziehungsweise Annotationen. Zu einer Standardausstattung an Kommunikationsmöglichkeiten eines Systems gehören im Bereich der asynchronen Kommunikation E-Mail, Foren und Newsgroups sowie aus dem synchronen Bereich die Bereitstellung von Chat- und Messenger-Systemen (Versteegen & Dietrich, 2002).

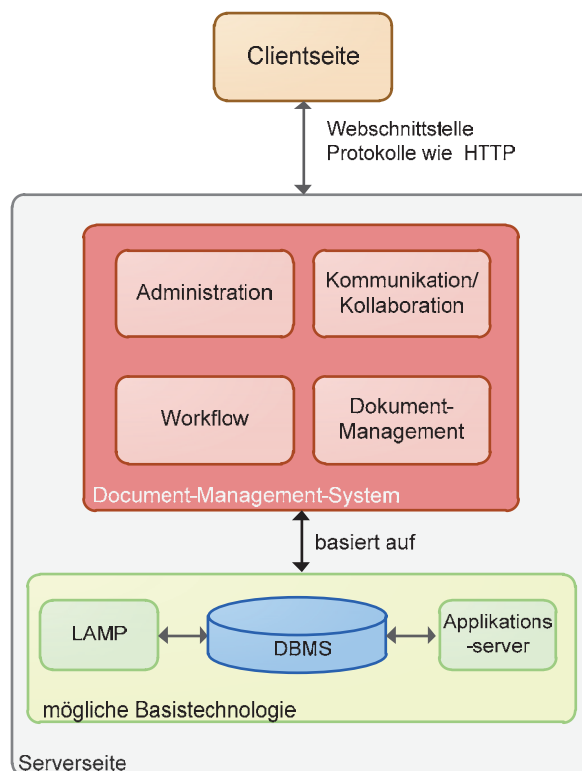


Abbildung 4.3 Architektur DMS

Workflow. Dokumente müssen in der Regel fest definierte Verarbeitungswege durchlaufen, die mit hoher Wahrscheinlichkeit von unterschiedlichen Personen/Rollen zu erledigen sind. Die meisten Document-Management-Systeme besitzen bereits eine Workflowkomponente, die allerdings größtenteils nur rudimentär entwickelt ist (Versteegen & Dietrich, 2002).

Dokument-Management. Eine gute Versionierung der Dokumente sowie eine vorhandene Check-in- und Check-out-Funktionalität erleichtern das gemeinsame Arbeiten an den Dokumenten. Das Ein- und Auschecken von Dokumenten verhindert, dass mehrere Personen gleichzeitig an einem Dokument arbeiten und dadurch Informationen verloren gehen oder erarbeitete Inhalte überschrieben werden. Ist das entsprechende Dokument in Bearbeitung, kann ein anderer Mitarbeiter zwar die aktuelle Version lesen, diese aber nicht bearbeiten. Größtenteils nimmt aber nicht das Erstellen der Inhalte, sondern das anschließende Wiederfinden der Dokumente Zeit in Anspruch. Daher sollte das Dokumenten-Management-System über eine ausgereifte Suche verfügen, um das Auffinden bereits erstellter Dokumente zu erleichtern (Versteegen & Dietrich, 2002).

4.2.2 Workflow-Management-System (WfMS)

Workflow-Management ist stark an das Dokumenten-Management gekoppelt. Wie im Abschnitt zuvor beschrieben, verfügt ein DMS im Allgemeinen bereits über eine rudimentäre Workflow-Management-Komponente. Diese Workflow-Management-Komponente erfüllt allerdings nicht das breite Spektrum an Funktionalitäten, wie es ein WfMS bereitstellen kann. Eingescannte Dokumente oder digital erstellte Daten durchlaufen einen zuvor definierten Weg durch die Abteilungen einer Einrichtung. Durch die Definition eines Arbeitsablaufes gelangen die Dokumente nach Bearbeitung zu einer anderen Person und/oder deren Stellvertreter beziehungsweise allgemeiner formuliert zu der verantwortlichen *Rolle* innerhalb einer Einrichtung (Versteegen & Dietrich, 2002). In einem Workflow-Management-System können mehrere Arbeitsabläufe parallel verarbeitet, komplexere Prozesse abgebildet und realisiert werden, als es bei einem DMS möglich ist (Aalst & Hee, 2004; Lehmann, 2006; Versteegen & Dietrich, 2002).

Abbildung 4.4 zeigt die Client-Server-Architektur eines Workflow-Management-Systems, angelehnt an das Referenzmodell der Workflow-Management-Coalition (WfMC). Die einzelnen Komponenten wurden von der Workflow-Management-Coalition bewusst nicht konkretisiert, damit diese individuell nach Bedarf gestaltet werden können und unterschiedliche Implementierungen möglich sind. Hierbei stützt sich die Koalition auf das Blackbox-Prinzip: Die grobe Funktionalität ist zwar definiert – wie die Funktionen der Komponente zu realisieren

sind, bleibt jedoch offen. Das Referenzmodell der WfMC stellt daher eher ein Rahmenwerk zur Implementierung mit den dazugehörigen Komponenten eines Workflow-Management-Systems dar (Hollingsworth, 1995).

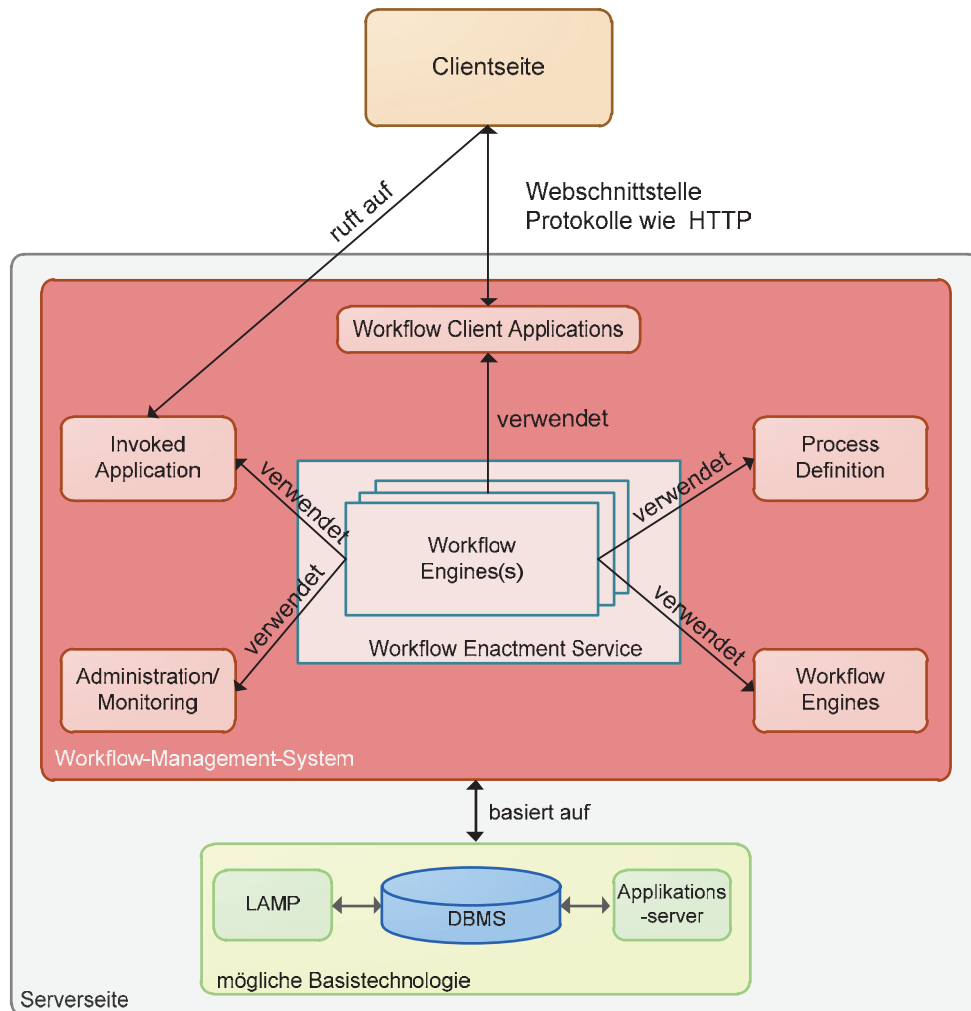


Abbildung 4.4 Architektur WfMS, angelehnt an Hollingsworth (1995)

Wie in Abbildung 4.4 dargestellt, kann ein WfMC auf einem LAMP oder Applikationsserver basieren, wobei der Zugriff mit einem Client über das Internet (HTTP) erfolgt. Die restlichen Begriffe der Abbildung 4.4 werden im Folgenden beschrieben und stammen aus der Spezifikation der *Workflow Management Coalition* von Hollingsworth (1995).

Workflow Engine. Die *Workflow Engine* ist eine Softwarekomponente, die eine Laufzeitumgebung für Workflowinstanzen bereitstellt. Die Laufzeitumgebung verarbeitet die notwendigen

Grundfunktionalitäten, wie beispielsweise das Lesen, Interpretieren, Erstellen und Verwalten von Prozessen (Hollingsworth, 1995).

Workflow Enactment Service. Eine Software bestehend aus einer oder mehreren *Workflow Engines*. Ein *Workflow Enactment Service* verfügt über die gleichen Grundfunktionalitäten wie die *Workflow Engine*. Über die Grundfunktionalitäten der einzelnen *Workflow Engines* hinaus kann der *Enactment Service* den gerade gültigen Prozess im Workflow identifizieren und bereitstellen. Externe Applikationen lassen sich durch *Workflow Application Programming Interfaces* (WAPI) ansprechen (Hollingsworth, 1995).

Workflow Client Applications. Diese Komponente stellt dem Anwender eine Schnittstelle zu dem System zur Verfügung und präsentiert mithilfe eines Webbrowsers oder eines anderen Clients die gewünschten Informationen bezüglich der Prozesse und der zu erledigenden Aufgaben. Der Anwender kann über diese Schnittstelle die Prozesse verwalten und nach Bedarf anstoßen oder Aufgaben an andere Mitarbeiter weitergeben. Es besteht auch die Möglichkeit, den Client in die alltägliche Arbeitsumgebung des Anwenders zu integrieren. Der Client muss nicht unbedingt eine alleinstehende Anwendung, wie bei der Verwendung eines beliebigen Browsers, sein. So lassen sich beispielsweise die persönlichen Aufgabenlisten eines Mitarbeiters auch innerhalb des bereits genutzten Mailclients anzeigen (Hollingsworth, 1995).

Process Definition. Prozesse sind auch außerhalb des eigentlichen WfMS definierbar, entweder durch analoge Methoden mit Papier und Bleistift oder durch anspruchsvolle externe digitale Anwendungen zur Beschreibung von Workflows. Die WfMC weist allerdings darauf hin, dass diese Schnittstelle nicht zwingend von den Systemen komplett implementiert werden muss (Hollingsworth, 1995).

Workflow Engines. Um eine bessere Zusammenarbeit zwischen unterschiedlichen Workflow-Management-Systemen zu gewährleisten und bei ressourcenintensiven Anwendungen das WfMS auf verschiedene Server verteilen zu können, beschreibt die WfMC zusätzliche *Workflow Engines* als Komponenten. Die weiteren *Workflow Engines* erledigen die gleichen Aufgaben, wie der bereits beschriebene *Workflow Enactment Service*: Sie interpretieren, verwalten und verarbeiten die Prozessdefinitionen und verteilen die jeweiligen Aktivitäten an die Anwender (Hollingsworth, 1995).

Administration/Monitoring. Diese Komponente hilft dem Administrator bei der Verwaltung und Wartung des Systems. Von der Benutzerverwaltung und Rechtevergabe für einzelne Benutzer oder ganze Arbeitsgruppen, Verwaltung von Rollen, bis hin zur Kontrolle und ebenfalls Verwaltung der einzelnen Prozesse stehen mit der Administration/Monitoring-Komponente Anwendungen für diese Aufgaben bereit. Die Koalition hat an dieser Stelle wiederum Wert auf die Integrationsmöglichkeit verschiedener Systeme gelegt. Daher sind mehrere Workflow-Services auch durch unterschiedliche Systeme überwachbar und administrierbar (Hollingsworth, 1995).

Invoked Application. Mit dieser Komponente kann die *Workflow Engine* weitere Applikationen aufrufen und bestimmte Aufgaben erledigen lassen. Diese Anwendungen verfügen vorwiegend über keine Benutzerschnittstelle und verarbeiten die Aufgaben im Hintergrund, wie das Konvertieren von Dokumenten in andere Formate. Der Anwender kann ebenfalls mit dieser Komponente auf andere Applikationen zugreifen. Ein Beispiel hierfür ist das Versenden von E-Mails (Hollingsworth, 1995).

4.2.3 Enterprise-Content-Management-System (ECMS)

Enterprise-Content-Management-Systeme sind in der Entwicklung die *jüngsten* Systeme. Gerade der Teilbegriff Content-Management-System (CMS) erfuhr einen Höhenflug im Jahre 2000 (Alby, 2007). Inhalte der Internetseiten eines Unternehmens sind stets zu aktualisieren und verschiedene Personen sind an der Bearbeitung der Inhalte beteiligt. Diese Personen haben größtenteils wenige oder keine Kenntnisse in der Erstellung von HTML-Seiten und genau bei diesem Schritt soll ein Enterprise-Content-Management-System die Mitarbeiter unterstützen. Die sieben zentralen Funktionen eines CMS sind nach Baumgartner, Häfele und Maier-Häfele (2004): (1) Beschaffung und Erstellung von Inhalten, (2) Präsentation und Publikation von Inhalten, (3) Aufbereitung und Aktualisierung von Inhalten, (4) Management und Organisation von Inhalten, (5) Verteilung und Integration von Inhalten (6), Verarbeitung von Inhalten (Workflow) und (7) Wiederverwendung von Inhalten.

Enterprise-Content-Management-Systeme sind eine Spezialisierung von Content-Management-Systemen. Die *Association for Information and Image Management* (AIIM) definiert Enterprise-Content-Management-System wie folgt: „Enterprise-Content-Management (ECM) is

the strategies, methods and tools used to capture, manage, store, preserve, and deliver content and documents related to organizational processes“ (AIIM, 2015).

Enterprise-Content-Management-Systeme sind komplexe Systeme, die in die vorhandene IT-Struktur eines Unternehmens oder einer Einrichtung integriert sind. Diese Systeme vereinen unterschiedliche Aspekte, wie Abbildung 4.5 aufzeigt. Die Komponenten und nachfolgenden Definitionen sind teilweise entnommen aus Kampffmeyer (2003). Basis eines ECMS ist wieder ein LAMP- oder ein Applikationsserver und das System wird über einen Client administriert, der über das Internet mit HTTP auf das System zugreift.

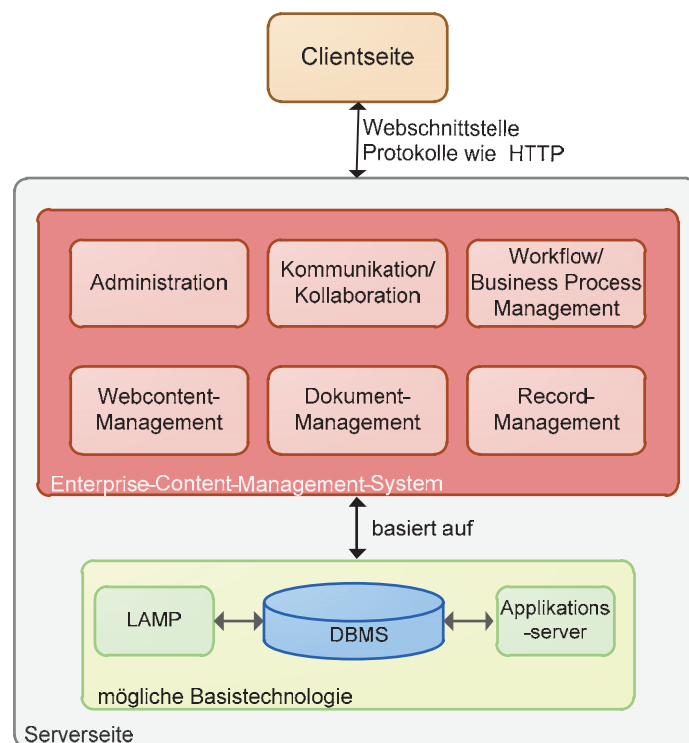


Abbildung 4.5 Architektur ECMS,
angelehnt an Kampffmeyer (2003)

Administration. Die Komponente Administration dient der Verwaltung des Systems, wie Anlage und Pflege von Benutzern, ihren Rollen und Rechten sowie die Überprüfung von Statistiken und Auswertungen des Systems (Caruana, Newton, Farman, Uzquiano, & Roast, 2010).

Kommunikation/Kollaboration. Ähnlich wie bei den Document-Management-Systemen sollen Anwendungen die Zusammenarbeit von Personen, die am Entstehungsprozess der Inhalte und Dokumente beteiligt sind, ermöglichen und unterstützen (Caruana et al., 2010).

Workflow/Business Process Management. Diese Komponente kann Ad-hoc-Workflows oder Produktions-Workflows zur Verfügung stellen und paralleles beziehungsweise sequenzielles Bearbeiten von Vorgängen und von Bearbeitungszuständen kontrollieren. Das Abbilden von Ablauf- und Organisationsstrukturen sowie die Darstellung von Informationen über Dokumente und den dazugehörigen Daten gehört ebenfalls zu den Aufgaben dieser Komponente (Kampffmeyer, 2003). Ad-hoc-Workflows sind, im Gegensatz zu den bereits implementierten und fest stehenden Produktions-Workflows, spontan initiierte Arbeitsvorgänge (Bhandari, Choudhary, & Majmudar, 2012).

Webcontent-Management. Das Webcontent-Management bietet die Möglichkeit, vorhandene Informationen und Daten, die bislang lediglich intern verwendet wurden, innerhalb eines Internetauftrittes zu veröffentlichen (Caruana et al., 2010).

Dokument-Management. Zum Dokument-Management gehören die Check-in- und Check-out-Funktionalität, die Versionierung von Dokumenten und eine integrierte Suche (Caruana et al., 2010).

Record-Management. Das Record-Management beinhaltet die Archivierung und Ablage von Dokumenten in strukturierten Verzeichnissen. Des Weiteren ist es möglich, Informationen zu Aufbewahrungsfristen beziehungsweise Vernichtungsfristen zu hinterlegen (Bhandari et al., 2012).

4.3 Kriterien zur Evaluierung der Softwareplattformen

In einem ersten Schritt werden unterschiedliche Studien von Baumgartner et al. (2004) und Schulmeister (2005) herangezogen, um geeignete Hauptkategorien für die Auswahlkriterien und die Kriterien zu identifizieren. In diesen Kriterienkatalog fließen ebenfalls Aspekte aus den Beschreibungen der Systeme Dokumenten-Management, Workflow-Management und Enterprise-Content-Management mit ein.

4.3.1 Kriterien aus der Literatur

Baumgartner et al. (2004) verwendet für seine Kriterien in der Evaluation von 16 webbasierten Content-Management-Systemen folgende Kategorien: Angaben zum Produkt/Unternehmen, Kommunikation und Kollaboration, Didaktik, Content, Usability, Administration und Technik sowie Preis.

Schulmeister (2005) wertet in seiner Arbeit 23 bereits existierende Vergleichsuntersuchungen zu Learning-Management-Systemen zur Gewinnung von Kategorien für Kriterien aus. Die 876 Kriterien sind aus Untersuchungen extrahiert, wobei aufgrund von Überschneidungen bei den Kriterien letztendlich 181 Kriterien verbleiben. Durch die Verwendung von unterschiedlichen Begriffen für den gleichen Sachverhalt und somit eine wiederholte Nennung der gleichen Kriterien wurde die ursprüngliche Anzahl in diesem Maße reduziert. Schulmeister wählt für seine Evaluation die Kategorien Administration, Kursmanagement, Didaktik, Kommunikation, Medien, Design, Evaluation, Technologie und Technik, Support und wirtschaftliche Gesichtspunkte. Diese Kategorien sind wiederum zu den Funktionsgruppen Administration und Design, Didaktik, Evaluation, Kommunikation, Technologie und Medien sowie wirtschaftliche Aspekte und Support zusammengefasst (Schulmeister, 2005).

Aus den oben erwähnten Arbeiten und der Beschreibung der Architekturen von DMS, WfMS und ECMS wurden für die vorliegende Arbeit die Kategorien (1) Angaben zum Produkt/Unternehmen, (2) Administration, (3) Kommunikation und Kollaboration, (4) Content, (5) Workflow und (6) Support ausgewählt. Eine zusätzliche Kategorie zu Baumgartner et al. (2004) und Schulmeister (2005) stellt der Bereich Workflow dar. Diverse Kriterien aus Baumgartner et al. (2004) und Schulmeister (2005) kommen in diesem Kriterienkatalog zum Einsatz (Baumgartner et al., 2004; Schulmeister, 2005).

Angaben zum Produkt/Unternehmen. Wesentlich bei dieser Kategorie ist, dass sich das Produkt schon länger auf dem Markt befindet und bereits in Projekten erprobt wurde. Bei Open-Source-Produkten arbeitet nicht selten nur ein kleiner Personenkreis beziehungsweise lediglich eine Person an der Weiterentwicklung, und somit verlassen diese Systeme häufig nicht den Betastatus. Daher sind hier Kriterien definiert, die derartige Systeme ausschließen. Bei den Angaben zum Produkt/Unternehmen fließen auch lizenzrechtliche Bedingungen mit ein (Baumgartner et al., 2004).

Administration. In diese Kategorie fallen Kriterien wie Benutzerverwaltung, Anlage von Rollen, Generierung von Reports und Statistiken (Bhandari et al., 2012).

Content. Dieser Bereich deckt die Fähigkeiten der Systeme zur Bearbeitung, Verwaltung und Archivierung der Inhalte ab. Es handelt sich ebenfalls um Kriterien, die bereits beschrieben wurden, wie beispielsweise Check-in oder Check-out von Dokumenten. Der Begriff *Content* sollte so flexibel im System definierbar sein, dass nicht nur Dokumente aus dem Officebereich, sondern auch Assets wie Bilder, Video etc. durch Metadaten beschreibbar sind (Bhandari et al., 2012).

Workflow. Eine wichtige Rolle zur Implementierung von ELE^{XT} spielen Funktionen aus dem Bereich Workflow. Ein Team arbeitet gemeinsam an der Entwicklung einer neuen E-Learning-Komponente und die anfallenden Dokumente, beispielsweise aus der Konzeptionsphase, durchlaufen zuvor definierte Arbeitsabläufe. Die Dokumente müssen von bestimmten Personen eingesehen sowie überarbeitet werden. Um solche Abläufe zu automatisieren und den Teammitgliedern zum aktuellen Thema entsprechende Handreichungen zur Verfügung zu stellen, kommen Workflowfunktionalitäten zum Einsatz (Kampffmeyer, 2006).

Support. Eine Besonderheit aus dem Open-Source-Bereich stellt die teilweise lückenhafte Dokumentation der Software dar. Aus diesem Grund sind die Systeme besonders hinsichtlich einer klaren und vollständigen Dokumentation zu überprüfen.

4.3.2 Verwendete Kriterien in der vorliegenden Arbeit

Die gerade beschriebenen Kategorien befinden sich in der Tabelle 4.1 am linken Rand und fassen die konkreten Kriterien (Kat.) zusammen, wobei einige Kategorien abgekürzt sind (An-

gaben zum Produkt/Unternehmen wird zu Angaben zum Produkt) (vgl. Tabelle 4.1). Die einzelnen Kriterien sind eine Auswahl aus Baumgartner et al. (2004) und Schulmeister (2005) und werden im Folgenden erläutert.

Tabelle 4.1 Kriterien zur Evaluierung verschiedener Softwareplattformen für ELE^{XT}

Kat.	Kriterium	Kat.	Kriterium
Angaben zum Produkt	Anzahl der Mitarbeiter/Entwickler	Content	Content Syndication (RSS)
	Version		Record-Management
	Betriebssystem		Archivierung
	unterstützte Datenbanken		Kollaboration
	unterstützte Webserver		Check-in/-out von Inhalten
	Open-Source (GPL, BSD)		Einbindung externer Editoren
	kostenpflichtig		Werkzeuge für Inhaltsbearbeitung
Administration	Web-based Management		Versionierung von Inhalten
	LDAP		Versionshistorie von Inhalten
	WebDAV		integrierte Suchfunktion
	Reports/Statistiken		anpassbare Metadatenverwaltung
Workflow	Gruppen- und Rollenkonzept	Support	Support
	Workflowbenachrichtigungen		(Online) Help/Manual
	Workflowdefinition		Hosting

Angaben zum Produkt/Unternehmen

Anzahl der Mitarbeiter/Entwickler, Version. Diese Kriterien umfassen Angaben über das Unternehmen und das Produkt. Es wird überprüft, ob das System bereits erfolgreich eingesetzt wurde und eine Weiterentwicklung gewährleistet ist.

Betriebssystem, Datenbanken, Webserver. In diesem Bereich werden Kriterien über technische Daten und die Basisarchitektur der Systeme gesammelt.

Open-Source (GPL, BSD), kostenpflichtig. Diese Kriterien überprüfen, welche Rahmenlizenzbedingungen den Systemen zugrunde liegen, wobei in der Auswertungstabelle nur noch *General Public License* (GPL) und *Berkeley Software Distribution* (BSD) Berücksichtigung finden, beides Lizenzmodelle aus dem Open-Source-Bereich.

Administration

Web-based Management, Lightweight Directory Access Protocol (LDAP), Web-based Distributed Authoring and Versioning (WebDAV), Reports/Statistiken. Diese Kriterien erfragen ebenfalls technische Daten, allerdings bezüglich der Administration des Systems. Es geht darum, verschiedene Fähigkeiten des Systems zu überprüfen, wie die Möglichkeit, das System mit einem einfachen Webbrowser zu administrieren. Des Weiteren ist die Unterstützung von mittlerweile standardmäßig implementierten Protokollen zu kontrollieren (z. B. LDAP), um eine einfache Integration von vorhandenen Benutzerstrukturen in das neue System zu ermöglichen.

Workflow

Gruppen- und Rollenkonzept. Diese Kriterien stellen Funktionen zur Verwaltung und Anpassung von Nutzern und deren Gruppenzugehörigkeit zur Verfügung. Um personell unabhängig zu bleiben und eine bestimmte Aufgabe nicht an eine Person zu binden, werden Rollen mit speziellen Aufgaben- und Tätigkeitsbereichen definiert. Erst danach erhalten die Rollen eine Zuweisung an Personen oder Gruppen von Personen.

Workflowbenachrichtigungen, Workflowdefinition. Workflowdefinitionen kapseln Informationen über relevante Arbeitsabläufe. Diese Definitionen sollten mit einem internen Editor oder einer externen Anwendung leicht modifizierbar und anpassbar sein. Die Workflowdefinitionen mit den Arbeitsabläufen sind besonders wichtig, weil hier alle Informationen über die abzuarbeitenden Schritte zur Erledigung einer Aufgabe notiert und die verantwortlichen Rollen den Arbeitsschritten zugeordnet werden. Die Benachrichtigung über erfüllte oder ausstehende Schritte im Workflow sollte möglichst in die bereits benutzten Kommunikationssysteme einfließen.

Content

Content Syndication. Dieses Kriterium hat gerade in der letzten Zeit an Bedeutung gewonnen und wird oft mit dem Trendwort *Web 2.0* in Verbindung gesetzt. *Really Simple Syndication*

(RSS) ermöglicht den Teammitgliedern eines Projektes einen schnellen und komfortablen Überblick über die aktuellsten Veränderungen an Dokumenten (Richardson, 2006).

Record-Management, Archivierung. Die Archivierung von Dokumenten und Ergebnissen ist eine wichtige Abschlusstätigkeit eines jeden Projektes, damit die Ergebnisse auch über Jahre hinweg für andere Mitarbeiter auffindbar sind. Record-Management bringt einen neuen Aspekt hinsichtlich der Aufbewahrung digitaler Dokumente mit sich und berücksichtigt rechtliche und betriebliche Anforderungen für Aufbewahrungsfristen oder Vernichtungsregeln.

Kollaboration. Zur effektiven Zusammenarbeit an Dokumenten gehören standardmäßige Werkzeuge, wie Diskussionsforen, Chat, E-Mail-Benachrichtigungen oder gemeinsame Terminkalender.

Check-in und Check-out von Inhalten, Einbindung externer Editoren, Werkzeuge für Inhaltsbearbeitung. Das Bearbeiten der Dokumente erfolgt mit sogenannten WYSIWYG-Editoren innerhalb des Systems oder aber mit geläufigen externen Office-Anwendungen, wie Office 2013 oder OpenOffice. Bei der Bearbeitung von Dokumenten in einer externen Anwendung kann es zu Problemen kommen, wenn zwei Personen gleichzeitig Änderungen an einem Dokument vornehmen möchten. Bei einer fehlenden Check-in- und Check-out-Funktionalität, würden in diesem Fall nach der Verarbeitung zwei verschiedene Versionen vorliegen.

Versionierung von Inhalten, Versionshistorie von Inhalten. Die Dokumente durchlaufen während ihrer Erstellung mehrere Versionen bis zur Vollendung. Diese Versionen müssen nachvollziehbar gespeichert werden, damit der Fortschritt differenziert nachvollziehbar und eine ältere Fassung wiederherstellbar ist.

Integrierte Suchfunktion, anpassbare Metadatenverwaltung. Eine gute integrierte Suche erleichtert den Teammitgliedern das Auffinden der Dokumente. Durch anpassbare Metadaten lässt sich die Suche dem Projekt entsprechend optimieren. Eine Verwendung von *Tags* erleichtert das Einordnen der Dokumente, da der Suchende nun die Chance hat, mehrere Stichwörter als Suchkriterien anzugeben.

Support

Support, (Online) Help/Manual, Hosting. Eine vollständige Dokumentation der Installation und Administration, Online-Hilfen, Handbücher und Foren für die Anwender und Support bei Problemen sind weitere Qualitätsmerkmale für Software. Mangelt es an diesen Kriterien, muss für die Installation und auch die Bedienung des Systems mehr Zeit verwendet werden. Daher tragen eine gute Hilfe sowie ein erreichbarer Support zu zeitoptimierten und besseren Ergebnissen bei.

4.3.3 Anwendung der Kriterien auf eine Auswahl an Systemen

Zuerst werden die Systeme aus dem Bereich Dokument-Management, Workflow-Management und Enterprise-Content-Management kurz vorgestellt und danach erfolgt deren Bewertung mithilfe des Kriterienkatalogs. Im Folgenden werden jeweils zwei konkrete Systeme der Softwareplattformen DMS, WfMS und ECMS Plattformen basierend auf den bekannten Komponenten Apache, PHP, MySQL beziehungsweise Applikationsserver vorgestellt.

Document-Management-Systeme

KnowledgeTree (DMS). Das Dokument-Management-System KnowledgeTree, das sich gerade in der dritten Generation befindet, ist eine leistungsstarke und offene Plattform basierend auf den bekannten Komponenten Apache, PHP und MySQL. Mithilfe eines Standardbrowsers ist es möglich, auf die Oberfläche von KnowledgeTree zuzugreifen. Sowohl Administration als auch die Verwendung des Document-Management-Systems lassen sich mit dem Browser realisieren (KnowledgeTree Inc., 2013; Kühnbaum-Grashorn, 2006). Abbildung 4.6 zeigt den schematischen Aufbau der Softwarearchitektur von KnowledgeTree³.

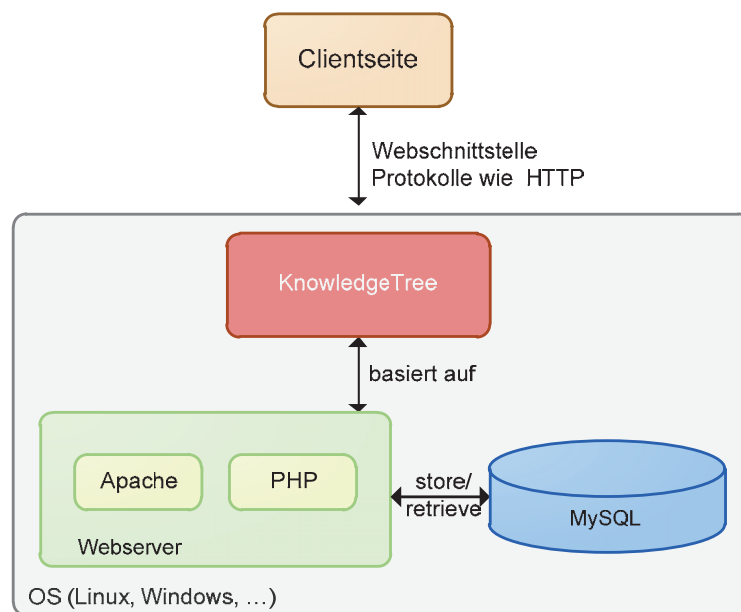


Abbildung 4.6 Softwarearchitektur von KnowledgeTree

³ Seit Ende 2012 ist KnowledgeTree nicht mehr als Open-Source-Software verfügbar (Nieva, 2012).

Xinco (DMS). Das auf Web-Services basierende System Xinco liegt zurzeit in der Version 3.0 vor. Bis zu der Version 2.0 hatte Xinco einen speziellen Client – XincoExplorer – benötigt, um Dokumente zu bearbeiten und zu verwalten. Da der XincoExplorer eine Java-Anwendung ist, setzt dies bei dem Client zusätzlich eine funktionstüchtige *Java 2 Runtime* voraus. Mit *Simple Object Access Protocol (SOAP)*, ein Protokoll zur Übertragung von Daten zwischen Systemen, und *Java Web Start*, eine Technologie von *Sun Microsystems* zum Starten von Java-Applikationen, findet die Kommunikation zwischen Client und Dokumenten-Management-System in Xinco statt (blueCubs.com, 2013; Manes, 2006). In Abbildung 4.7 ist die Softwarearchitektur von Xinco zu sehen.

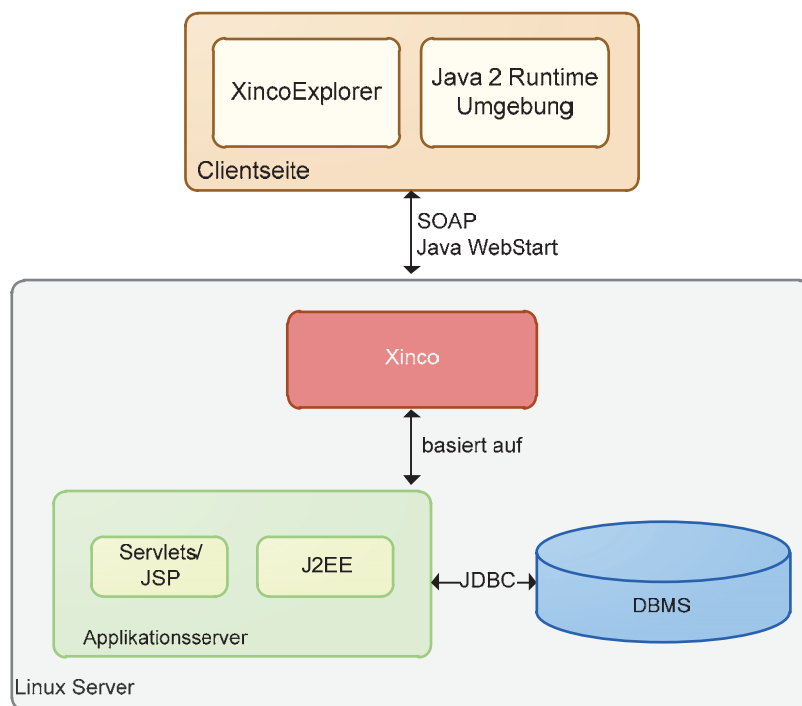


Abbildung 4.7 Softwarearchitektur von Xinco

SWAMP (WfMS). Die *Suse Workflow and Administration Plattform* basiert ebenfalls auf einer Java-Architektur. Das Workflow-Management-System kommuniziert direkt über den Apache Applikationsserver (Tomcat) mit dem Client. Wie auch bei KnowledgeTree reicht ein Standardbrowser zur Administration und Anwendung des Systems aus (SWAMP, 2008). In Abbildung 4.8 ist die Softwarearchitektur von SWAMP dargestellt.

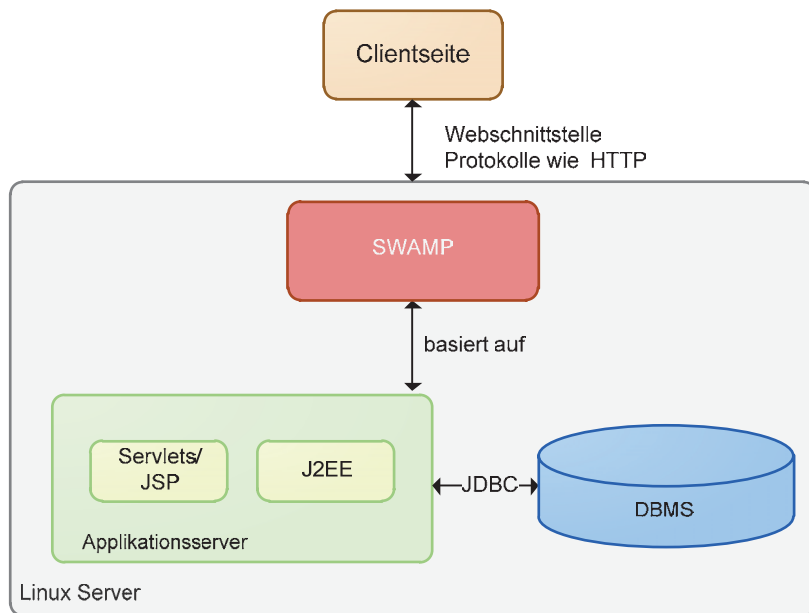


Abbildung 4.8 Softwarearchitektur von SWAMP

jBPM (WfMS). Das Workflow-Management-System jBPM von Jboss bringt seinen eigenen Applikationsserver aus dem gleichen Hause mit – den Applikationsserver Jboss (Cumberlidge, 2007; Rücker, 2005). jBPM wurde in kurzen Intervallen zuerst in Version 4 und ein halbes Jahr später als Version 5 veröffentlicht und mittlerweile steht die Version 6.20 zur Verfügung (Jboss, 2015a). Die Kommunikation zwischen Client und System ist durch einen Standardbrowser gewährleistet. Die Prozesse liegen im XML-Format vor. Durch den Webclient ist es möglich, die Prozesse online zu lesen und zu editieren oder mit der Entwicklungsumgebung *Eclipse* lokal am Computer zu bearbeiten (Jboss, 2015b). Abbildung 4.9 illustriert die Softwarearchitektur von jBPM.

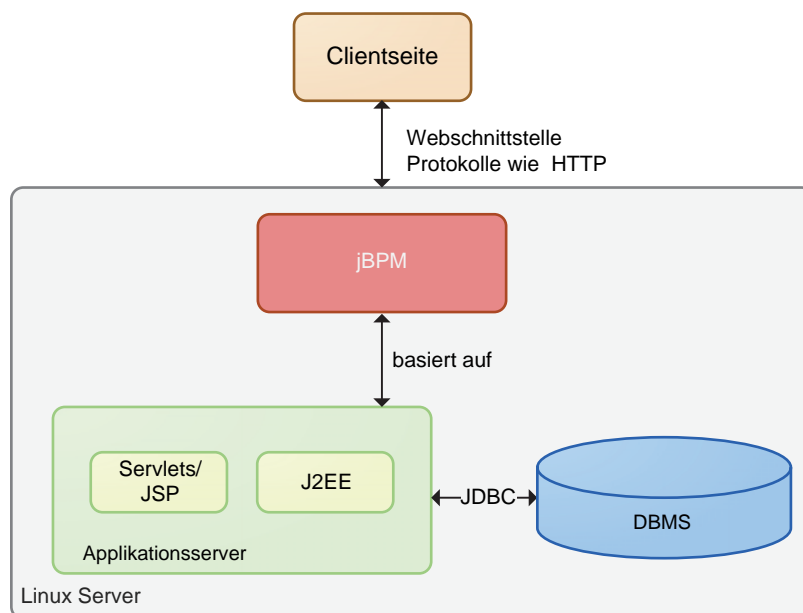


Abbildung 4.9 Softwarearchitektur von jBPM

Enterprise-Content-Management-Systeme

Typo3 (ECMS). Dem weitverbreiteten Enterprise-Content-Management-System Typo3 liegt wieder eine Kombination aus Apache, PHP und MySQL zugrunde. Bei diesem System lassen sich Administration und Anwendung ebenfalls über einen Browser erledigen. Typo3 selbst besteht aus einem Core mit den grundlegenden Funktionalitäten des Systems und den Extensions bestehend aus den Elementen *Modules*, *Extensions* und *Plugins* (Bongers, Hassel, & Stöckl, 2013; Meyer, 2014; Ripfel, Meyer, & Höppner, 2010). Mit der *Extension API* kommuniziert der Typo3-Core mit den systemerweiternden *Extensions* (Bongers et al., 2013; Ripfel et al., 2010). Abbildung 4.10 zeigt die Softwarearchitektur von Typo3 und ist angelehnt an Laborenz, Wendt, Ertel, Dussoye und Hinz (2006).

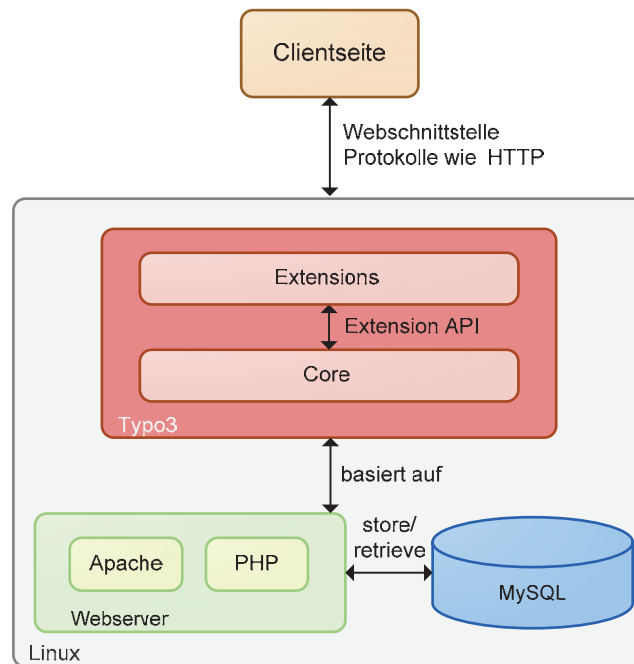


Abbildung 4.10 Softwarearchitektur von Typo3

Alfresco (ECMS). Das Enterprise-Content-Management-System Alfresco beruht auf einem Java-Applikationsserver. Alfresco ist das führende Open-Source Enterprise-Content-Management-System (Potts, 2008; Shariff, 2013). Alfresco verfügt über Funktionalitäten des Dokumenten-Managements (DM), Record-Managements (RM), Workflow- und Webcontent-Management (WCM) (Rotz, 2006). Alfresco ist über einen Browser administrierbar (Rotz, 2006; Shariff, 2013). Abbildung 4.11 zeigt die Softwarearchitektur von Alfresco.

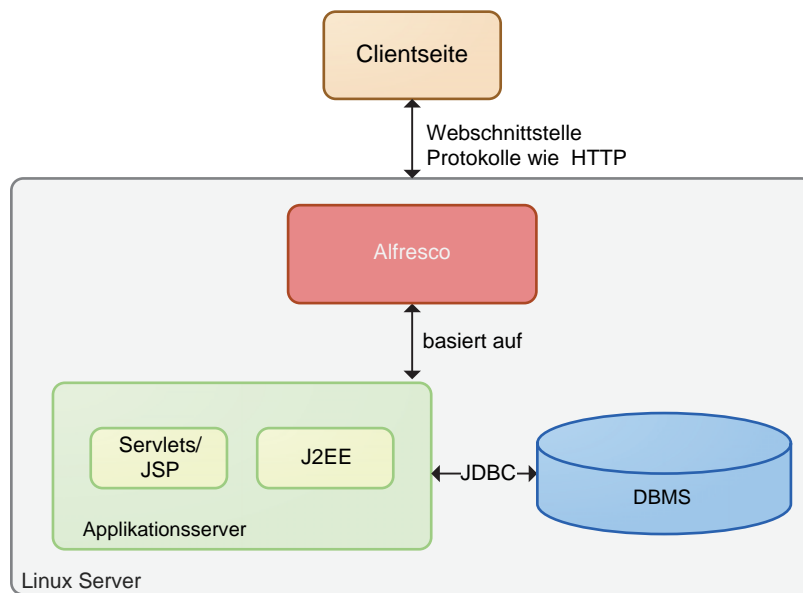


Abbildung 4.11 Softwarearchitektur von Alfresco

4.4 Evaluierung der Softwareplattformen

Die Auswertung der Systeme beruht teilweise auf den Angaben der Hersteller sowie auf eigenen Erfahrungen mit den Systemen. Einige Systeme wurden auf einem Ubuntu-Server 12.10 64-bit installiert, um die Kriterien zu überprüfen und nicht vorhandene Daten zu ergänzen. Um die Tabelle übersichtlich zu halten, wurden die Kriterien von Betriebssystem und unterstützte Webserver mit einer Nummerierung versehen. In der Legende am Ende der Tabelle sind jeweils alle Optionen mit einer dazugehörigen Zahl aufgelistet, wie 1 = Microsoft, 2 = Unix. Innerhalb der Tabelle sind bei den Kriterien nur die Zahlen angegeben. Ebenfalls am Ende der Tabelle befindet sich eine Legende über die Erfüllung der Kriterien (Kriterium erfüllt, Kriterium nicht erfüllt und keine Angaben). Die Anzahl an erfüllten Kriterien mit dem Rang fasst die Ergebnisse aus der Tabelle zusammen.

Der Fokus der vorliegenden Arbeit liegt auf der Erstellung von Dokumenten und Inhalten, die prozessgesteuert sowie teilweise automatisiert ablaufen sollen. Dadurch sind die Bereiche Content und Workflow von besonderer Relevanz für die Umsetzung des Vorgehensmodell ELE^{XT}. Eine Anbindung an eine vorhandene Infrastruktur erhöht die Akzeptanz bei der Einführung eines neuen Systems und Vorgehensmodell. Aus diesem Grund ist ebenfalls die Integration des Systems in die existente IT wichtig. Daher ist der Aspekt *Lightweight Directory Access Protocol* (LDAP) aus dem Bereich Administration sowie alle Aspekte aus den Bereichen Workflow und Content, sogenannte MUSS-Kriterien, d. h., diese Kriterien müssen auf jeden Fall von dem System erfüllt werden.

Aus Tabelle 4.2 wird ersichtlich, dass das einzige System, das alle ausgewählten Kriterien zufriedenstellend erfüllt, das Enterprise-Content-Management-System Alfresco ist. Gerade in den relevanten Kategorien Workflow und Content, die essenziellen Bereiche zur Erstellung einer E-Learning-Lernressource, gibt es kein System, das alle Kriterien erfüllt. Lediglich Alfresco schneidet in diesen Kategorien überdurchschnittlich gut ab. Das könnte daher kommen, dass diese Bereiche zu den Kernkompetenzen von Alfresco gehören. Von einem ehemaligen Dokumenten-Management-System hat sich Alfresco über die Jahre hin zu einem ausgereifen Enterprise-Content-Management-System entwickelt und kann daher besonders in diesen Bereichen ein hohes Maß an Funktionalität aufweisen. Das Workflow-Management-System jBPM schneidet mit dem zweiten Platz ebenfalls gut ab und kann durch seine Funktionen

in den Kategorien Workflow und Content überzeugen. Typo3, das zweite System aus dem Bereich Enterprise-Content-Management-Systemen, belegt den dritten Platz, knapp gefolgt von den beiden Dokumenten-Management-Systemen Xinto und KnowledgeTree, die durch ihre Funktionalitäten in der Kategorie Content einige Punkte sammeln können. Beide Systeme weisen jedoch im Vergleich zu Alfresco und Typo3 in der Kategorie Content Schwächen auf. SWAMP belegt den sechsten Platz in diesem Vergleich der Softwareplattformen.

Tabelle 4.2 Evaluierung der Softwareplattformen

Kat.	Kriterium	DCM		WfMC		ECMS	
		K.Tree	Xinto	SWAMP	jBPM	Typo3	Alfresco
Angaben zum Produkt	Anzahl der Mitarbeiter/Entwickler	< 10	> 10	> 10	< 10	< 10	< 10
	Version	3.7	3.0	1.6.1	6.2	7.2.0	5.0
	Betriebssystem ^{1,2}	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	unterstützte Datenbanken ^{3,4,5}	3,4,5	3,4,5	3,4,5	3,4,5	3,4,5	3,4,5
	unterstützte Webserver ^{6,7,8}	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
	Open Source (GPL, BSD)	X	✓	✓	✓	✓	✓
Administration	Web-based Management	✓	X	✓	✓	✓	✓
	LDAP	X	X	X	X	X	✓
	WebDAV	X	X	X	X	X	✓
	Reports/Statistiken	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Workflow	Gruppen- und Rollenkonzept	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Workflowbenachrichtigungen	k.A.	✓	✓	✓	✓	✓
	Workflowdefinition	k.A.	X	✓	✓	X	✓
Content	Content Syndication (RSS)	X	X	X	X	✓	✓
	Record-Management	X	X	X	X	X	✓
	Archivierung	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Kollaboration	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Check-in/-out von Inhalten	✓	✓	X	✓	X	✓
	Einbindung externer Editoren	X	X	X	✓	X	✓
	Werkzeuge für Inhaltsbearbeitung	X	✓	X	✓	✓	✓
	Versionierung von Inhalten	✓	✓	X	✓	✓	✓
	Versionshistorie von Inhalten	✓	✓	X	✓	✓	✓
	integrierte Suchfunktion	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	anpassbare Metadatenverwaltung	✓	✓	X	X	X	✓
Support	Support	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	(Online) Help/Manual	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Hosting	X	X	X	✓	✓	✓
	Anzahl ✓	12	14	11	17	16	22
	Rang	5	4	6	2	3	1

1 Microsoft
2 Unix

3 *SQL
4 JDBC
5 div.

6 MIIS
7 Apache
8 div.

✓
X
k. A.

Kriterium erfüllt
Kriterium nicht erfüllt
keine Angaben

5 Das Enterprise-Content-Management-System Alfresco

Alfresco Software Inc. wurde 2005 von Newton und Powell gegründet. Zunächst was das hauptsächliche Produkt ein Open-Source Dokumenten-Management-System, aber schon kurze Zeit später kamen drei weitere Funktionsbereiche hinzu: (1) Recordmanagement, (2) Image-Management und (3) Web-Content-Management. Durch die Erweiterung des Funktionsspektrums hat sich Alfresco zu einem Enterprise-Content-Management-System entwickelt (Potts, 2008; Shariff, Bhandari, Coudhary, & Majmudar, 2009; Shariff, 2013). In diesem Kapitel wird die Softwarearchitektur von Alfresco detaillierter beschrieben und die zentralen Konzepte und Funktionen von Alfresco werden vorgestellt.

5.1 Die Softwarearchitektur von Alfresco

Alfresco ist hauptsächlich in Java geschrieben, das auf dem Server installiert sein muss, und verwendet das *Java Development Kit* (JDK) in der Version 7.0. Durch seine Architektur ist Alfresco weder an einen speziellen Browser gebunden, noch benötigt Alfresco eine bestimmte Datenbank oder ein bestimmtes Betriebssystem. Alfresco baut auf diversen Technologien, Frameworks und offenen Standards auf. Meist sind die verwendeten Technologien ebenfalls Open-Source-Projekte, wie das integrative *Spring Framework*. Eine Vielzahl von Applikationsservern kann zur Installation von Alfresco verwendet werden. Dadurch können auch Open-Source-Applikationsserver, wie Apache Tomcat, zum Einsatz kommen.

Die Softwarearchitektur von Alfresco gleicht vielen anderen Systemen: Ein Applikationsserver verwaltet die diversen Komponenten des Systems und steuert die Kommunikation zwischen der Darstellung der Inhalte (Client) und den Inhalten selbst (Datenbank). Die Daten und Inhalte werden auf einem Datenbankserver in einer Datenbank und im Dateisystem gespeichert. Der Zugriff auf das System erfolgt durch einen Browser oder weitere Clients, die auf zusätzlichen Protokollen, wie *File Transfer Protocol* (FTP), basieren (Alfresco Software, Ltd, 2015a).

Abbildung 5.1 zeigt die Softwarearchitektur von Alfresco. Mittelpunkt des Systems ist ein *Content Application Server* (CAS) mit einer Volltextindexierung (*Full-text Indexes and Categories*), Daten (*Storage*) und Metadaten (*Metadata DBMS*). Durch Schnittstellen (*Services*), die mehrere Protokolle (*CIFS, WebDAV, FTP, REST, CMIS, Webservices*) und Programmiersprachen unterstützen, kann Alfresco beliebig angepasst und erweitert werden. Alfresco kann dadurch externe Dateisysteme (*Virtual File System*) oder externe Systeme, wie Prozessmanagementsysteme (BPM) oder E-Mail-Server, nutzen. Eine *Content Application* gewährt den Zugriff über *Alfresco Share* oder *Alfresco Explorer* auf die diversen Funktionen von Alfresco (Alfresco Software, Ltd, 2015a).

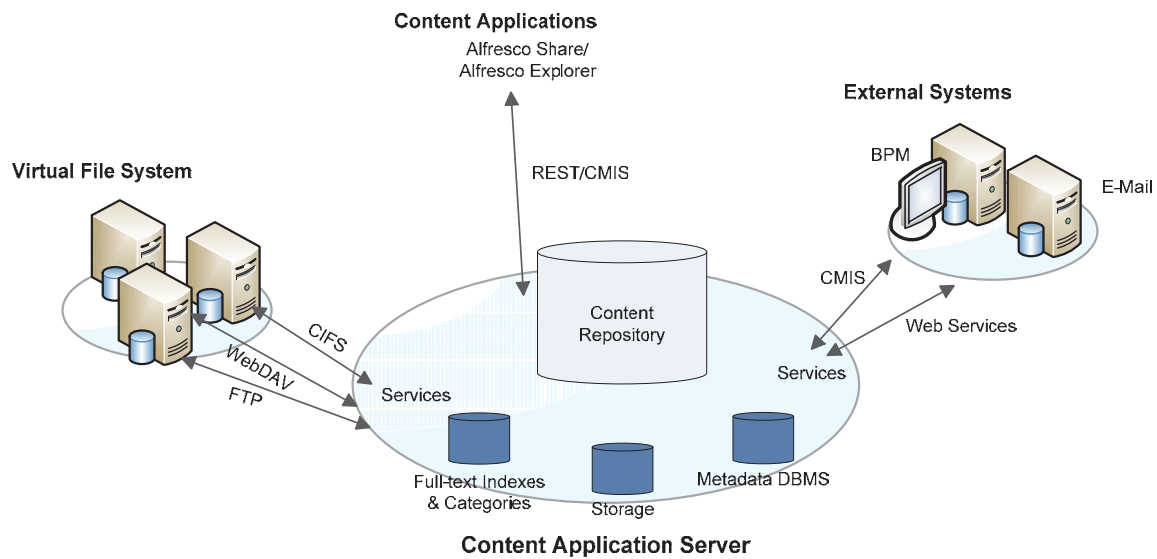


Abbildung 5.1 Alfresco Softwarearchitektur, angelehnt an Alfresco Software, Ltd (2015a)

Die Alfresco-Architektur besteht aus Client, Server und Datenbank. Diese drei Hauptbestandteile beinhalten wiederum diverse Komponenten, die der Anwender je nach Anforderung an die Alfresco-Installation aktivieren oder deaktivieren kann. Abbildung 5.2 zeigt die Alfresco-Komponenten. Der physikalische Speicher (*Physical Storage*) besteht aus der relationalen Datenbank (*Relational DB*) und dem Dateisystem (*File System*). Der physikalische Speicher kommuniziert mit dem *Alfresco Content Application Server* über die Schnittstellen JDBC, Lucene und Hibernate und besteht aus dem *Content Repository* und den *Applications*. Über die Alfresco Clients wie *Alfresco Share* oder *Alfresco Explorer* und die Protokolle FTP, HTTP, CIFS und/oder WebDAV können die Funktionen von Alfresco administriert und genutzt werden. In den folgenden Kapiteln wird zuerst der *Physical Storage* (Alfresco Datenbankserver), danach der *Content Application Server* (Alfresco Applikationsserver) und zum Schluss die Alfresco Clients jeweils mit allen Komponenten erläutert.

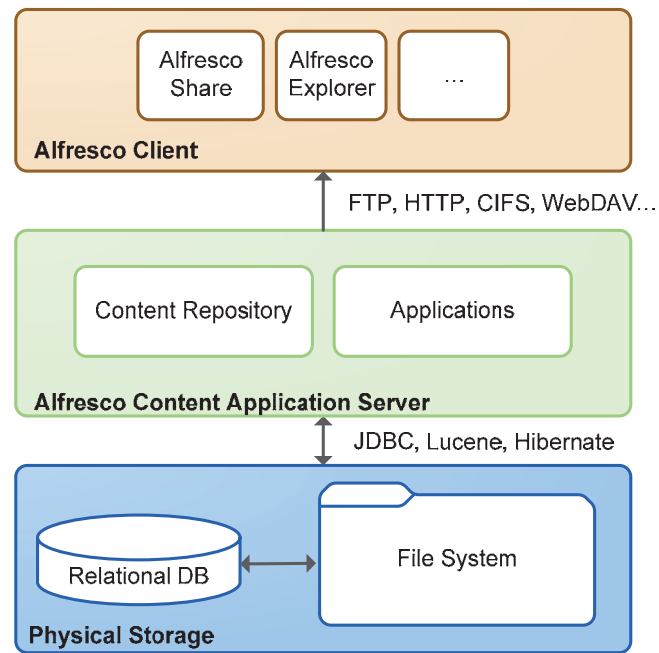


Abbildung 5.2 Alfresco Komponenten,
angelehnt an Alfresco Software, Ltd. (2015b, 2015d)

5.2 Der Alfresco Datenbankserver

Abbildung 5.3 zeigt, dass die Daten bei Alfresco in einer Datenbank und auf dem Filesystem des Servers aufbewahrt werden. Jeder Inhalt besteht aus zwei Bestandteilen: aus Informationen über den Inhalt (*Index Storage*) und aus dem eigentlichen Inhalt (*Content Storage*). Metadaten, wie Format des Inhaltes, Erstellungsdatum und Sprache, werden in der relationalen Datenbank (*Relational DB*) gespeichert. Bei den Formaten der Inhalte schränkt Alfresco nicht ein – sie variieren von einfachen HTML- oder Textdokumenten bis hin zu Videodateien. Große Inhalte, die viel Speicherplatz innerhalb des Systems benötigen, wie Videodateien, können in Alfresco einfach im Filesystem abgelegt werden (Caruana et al., 2010).

Lucene ist ein Open-Source-Projekt der Apache Software Foundation. Die Bibliothek von Lucene, die komplett in Java implementiert ist, beinhaltet unter anderem Klassen zum Erzeugen von Indices und eine Volltextsuche für Dokumente (Apache Software Foundation, 2015). Die Indexdateien von Lucene (Index Storage) werden im Alfresco für eine bessere Volltextsuche ebenfalls im Filesystem gespeichert. Alfresco verwendet eine ORM-Technologie (Object-Relational-Mapping) um, Objekte über ein objekt-relationales Mapping zu verwalten. Das *Java Framework* Hibernate speichert hierbei Objekte und deren Zustand in der relationalen Datenbank. Die gespeicherten Objekte können mit Hibernate wiederum aus der Datenbank erzeugt werden. Durch Hibernate kann Alfresco mit jeder JDBC-fähigen Datenbank zusammenarbeiten (Caruana et al., 2010). Die Schnittstelle für Datenbanken *Java Database Connectivity* (JDBC) ist seit der Java-Version 1.1 Bestandteil des (JDK) und verbindet die große Anzahl von SQL-Datenbanken mit Java-Programmen. JDBC ist ein Treiber, der entweder einen speziellen proprietären Softwaretyp unterstützt oder allgemein – wie bei der Alfresco der Fall – den Zugriff auf die SQL-Datenbanken für die Java-Programme übersetzt (Ullenboom, 2012).

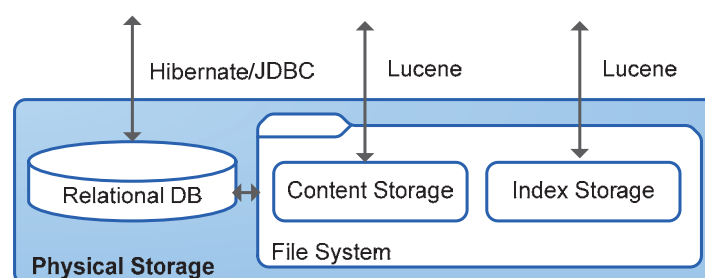


Abbildung 5.3 Alfresco Datenbankserver,
angelehnt an Alfresco Software, Ltd. (2015b, 2015d)

5.3 Der Alfresco Applikationsserver

Die Hauptaufgabe von Alfresco ist es, Inhalte effizient aufzubewahren und bei Bedarf Benutzern bereitzustellen. Der *Alfresco Content Application Server* mit den Elementen *Alfresco Applications* und *Alfresco Repository* übernimmt diese wichtigen Aufgaben und ist Basis für alle zusätzlichen Funktionen. *Alfresco Applications* und *Alfresco Repository* kontrollieren, bearbeiten und aktualisieren die Inhalte in Alfresco (Caruana et al., 2010). Das *Alfresco Repository* ist entweder ein Service (*Repository Foundation Service*) oder eine Komponente (*Repository Implementation*) (vgl. Abbildung 5.4). Die Komponente stellt eine Funktion zur Verfügung, wie z. B. das Speichern und Bearbeiten von Inhalten sowie die Umwandlung der Inhalte von Formaten wie den Microsoft-Word-Formaten DOC und DOCX in das Format *Portable Document Format* (PDF) von Adobe. Die Extraktion von vorhandenen Metadaten oder das Hinzufügen von benutzerdefinierten *Tags* gehören ebenfalls zu dieser Komponente (Alfresco Software, Ltd., 2015c). Der Service fungiert dagegen als Schnittstelle. Die Funktionen, also hier die Komponenten, können individuell im CAS konfiguriert und aktiviert werden. Das ermöglicht eine flexible Erweiterung des Servers. Mit den Services als Schnittstellen muss ein Client, der die Funktion der Komponente nutzen möchte, die Umsetzung der Komponente nicht kennen. Diese individuelle Konfigurationsmöglichkeit wird durch das *Spring Framework* garantiert (vgl. Abbildung 5.4).

Die grundlegenden Services in Alfresco sind *Registry Service*, *Node Service*, *Content Service* und *Search Service*. *Registry Service* listet alle zur Verfügung stehenden Services auf. *Spring Context* übernimmt durch die entsprechende *configuration* und *Component/Service Bindings* das Einbinden der Komponenten und Services (vgl. Abbildung 5.4). Da die Services lediglich die Schnittstellen zu den Komponenten darstellen, werden im Folgenden die Services *Node*, *Content* und *Search* sowie die Komponenten *Node*, *Content*, *Query* zusammen beschrieben, wobei der *Search Service* auf die *Query Component* zu greift. Weitere Services sind beispielsweise *File Folder Service*, *Versioning Service* oder *Check-in- und Check-out-Service*, die an dieser Stelle nicht näher beschrieben, sondern im Kapitel 5 anhand der Funktionen erläutert werden. Die Protokolle FTP, HTTP, *Common Internet File System* (CIFS) und WebDAV werden im folgenden Abschnitt erläutert.

Node Service/Component. Innerhalb dieser Komponente werden Meta-Informationen über den Inhalt gespeichert, wie Autor des Dokumentes. Im Gegensatz zu den tatsächlichen Inhalten sind diese Informationen in einer relationalen Datenbank gespeichert. Ein Node kann Eigenschaften wie Relationen zu anderen Nodes und hierarchische Abhängigkeiten speichern (Alfresco Software, Ltd., 2015d).

Content Service/Component. Die *Content Component* verwaltet und speichert die tatsächlichen Inhalte, wie Word- und PDF-Dokumente oder HTML-Seiten. Diese Daten liegen nicht in der Datenbank vor, sondern im Filesystem der jeweiligen Installation von Alfresco (Alfresco Software, Ltd., 2015d).

Search Service/Query Component. Der Search Service liefert über die Query Component Ergebnisse aus der Indizierung und kann auf die Metadaten und Inhalte über verschiedenen Suchalgorithmen zugreifen (Alfresco Software, Ltd., 2015c).

Der *Spring Framework*, kurz *Spring*, bietet Entwicklern die Möglichkeit, einfache, leichtgewichtige Enterprise-Anwendungen in Java zu programmieren. Mit leichtgewichtig ist an dieser Stelle nicht die Anzahl an Klassen oder deren Größe, sondern ein Prinzip in der Programmierung gemeint. Vorhandene Komponenten müssen gar nicht beziehungsweise kaum verändert werden, um das *Spring Framework* verwenden zu können. Durch die so genannt *Dependency Injection* im *Spring Framework* werden die Abhängigkeiten zwischen den Komponenten beziehungsweise Objekten minimiert. Das Wissen über Abhängigkeiten zu anderen Objekten übernimmt das *Spring Framework* und dadurch werden die Objekte unabhängig von ihrer Umgebung und Klasse. *Spring* kann als Meta-Framework bezeichnet werden, das fertige Lösungen auf dem Markt gemeinsam nutzbar macht, ohne eine eigene Lösung zu implementieren. Dieser modulare Lösungsansatz von *Spring* bedeutet für Alfresco, dass bereits bewährte Open-Source-Lösungen in die Architektur integriert werden können und nicht alle Anforderungen neu zu entwickeln sind. Mit dem *Spring Framework* lassen sich aber auch Eigenentwicklungen leichter einbetten.

Eigene angefertigte Funktionen, wie beispielsweise Document-Management (DM), Web-Content-Management (WCM) oder Recordmanagement (RM), können bei Bedarf in Alfresco eingebunden werden. Den Anforderungen entsprechend ist Alfresco optimierbar und nicht be-

nötigte Dienste können dediziert an- oder abgeschaltet werden. Das kann eine schlankere Installation von Alfresco bedeuten und im günstigsten Fall die Geschwindigkeit des Systems positiv beeinflussen (Schmutz, 2005).

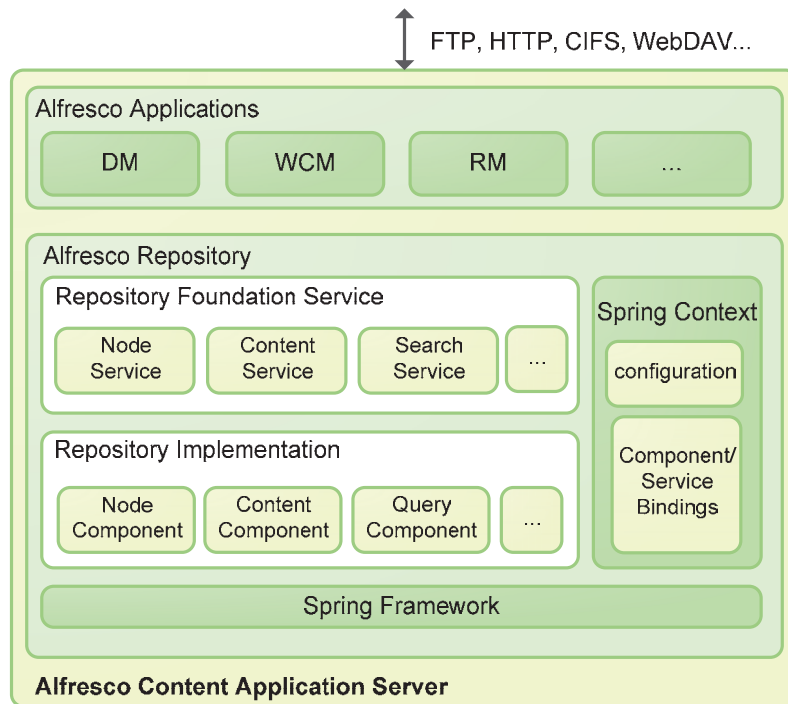


Abbildung 5.4 *Alfresco Content Application Server*,
angelehnt an Alfresco Software, Ltd. (2015b, 2015d)

5.4 Alfresco Clients

Wie in Abbildung 5.5 dargestellt, bestehen Alfresco Clients aus *Alfresco Share*, *WebSite*, *Portal* und *Alfresco Explorer*. Der *Alfresco Explorer* ist mit *Java Server Faces* (JSF) implementiert und *Alfresco Share* basiert auf *Spring Surf*. Das JSF-Framework ist eine Spezifikation, die im Rahmen des *Java Community Process* (JCP) entstanden ist (*JSR252 – Java Specification Request*). JCP ist ein definierter Prozess zur Weiterentwicklung und Überprüfung von Java-Spezifikationen, Referenzimplementierungen oder Testumgebungen. Mit dem Framework soll die Entwicklung von wiederverwendbaren Java-Komponenten vereinfacht werden (Caruana et al., 2010). *Spring Surf*, oder kurz *Surf*, ist eine Eigenentwicklung der Alfresco-Gemeinschaft, um schneller Applikationen für Alfresco entwickeln zu können. Grundlegende Funktionen in Alfresco sind zwar mit Java programmiert, aber bei kleineren Funktionen, bei denen die Performance zweitrangig ist, kommt *Surf* mit Webscripten und *Representational State Transfer* (REST) zum Einsatz. Seit 2009 steht *Surf* offiziell auch der Spring-Gemeinschaft zur Verfügung (Caruana et al., 2010). Für mobile Endgeräte, Office-Anwendungen und für Arbeitsplatzrechner mit Zugriff auf das Dateisystem (*OS File System*) existieren ebenfalls Clients (Alfresco Software, Ltd., 2015b).

Jeder beliebige Browser kann clientseitig auf die Dienste von Alfresco zugreifen. Alfresco unterstützt neben dem HTTP-Protokoll für den Browser auch weitere Protokolle, wie CIFS, Web-Dav oder FTP (vgl. Abbildung 5.5). Für jedes Protokoll stehen dem Anwender unterschiedliche Clients (FileZilla beispielsweise als FTP-Client, für CIFS bietet sich der Dateexplorer von *MS Windows* an oder ein Client, der FTP und WebDAV beherrscht, wie BitKinex) zur Verfügung. Zunächst ein Überblick der unterstützten Protokolle, wobei auf die Beschreibung von HTTP aufgrund seines Bekanntheitsgrades verzichtet wird (Caruana et al., 2010).

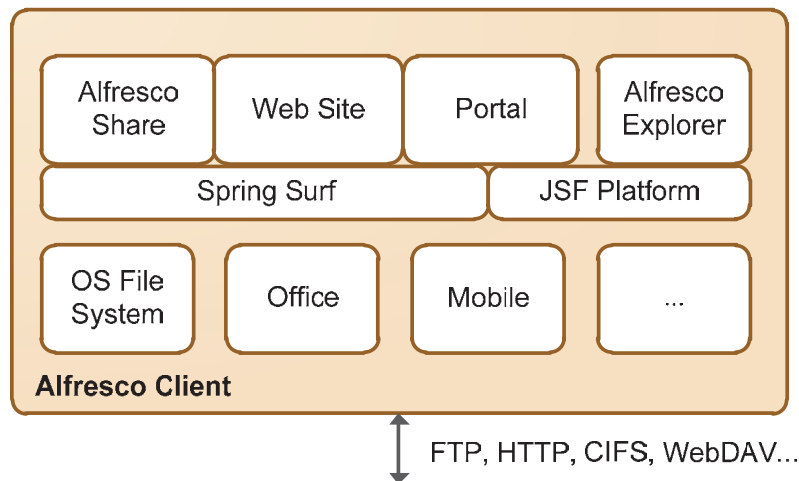


Abbildung 5.5 Aufbau *Alfresco Client*,
angelehnt an Alfresco Software, Ltd. (2015b, 2015d)

File Transport Protocol. Das *File Transport Protocol* (FTP) ist ein gängiges Protokoll im Internet, um große Mengen an Daten von einem Client auf einen entfernten Server zu laden (Shariff, 2013).

Web-based Distributed Authoring and Versioning. Das WebDAV-Protokoll ist eine Erweiterung von HTTP und ermöglicht dem Anwender den Zugriff auf und die Verwaltung von Daten im Internet auf einem entfernten Server (Potts, 2008; Shariff, 2013). Durch die Integration der externen Daten mit WebDAV erscheint die Struktur wie bei einem Filemanager eines Betriebssystems, beispielsweise beim Date Explorer von *MS Windows*. WebDAV verwendet, wie HTTP, den Port 80, und dadurch können Anwender trotz der Existenz von Firewalls komfortabel komplette Ordnerstrukturen kopieren und verwalten. Der Vorteil von WebDAV ist, dass sich die Ordner und Daten in die gewohnte Sicht des Anwenders integrieren lassen und dieser, ohne es zu bemerken, auf einem Server im Internet arbeitet (Shariff, 2013).

Common Internet File Systems. CIFS steht für *Common Internet File Systems* und ermöglicht die direkte Integration eines Ordners, der sich auf einem entfernten Server befindet, als lokalen Ordner in einem beliebigen Date Explorer wie beispielsweise dem Windows Explorer (Potts, 2008; Shariff, 2013).

Die zwei wichtigsten Anwendungen für die grundlegende Verwaltung von Alfresco, sind der *Alfresco Explorer* und *Alfresco Share*. Beide sind über den Browser, also über das HTTP-Protokoll, aufrufbar.

Alfresco Explorer

Alfresco Explorer war anfänglich der einzige Client, den Alfresco zur Verwaltung angeboten hat und der in den CAS integriert wurde. *Alfresco Explorer* ist in die Hauptbereiche *Toolbar*, *Sidebar* und *Working Area* eingeteilt und kann über CSS an die Cooperate Identity der eigenen Einrichtung angepasst werden (vgl. Abbildung 5.6). Die *Toolbar* beinhaltet je nach den Rechten des Benutzers Funktionen wie eine Suche, Bearbeitung des Profils oder für den Administrator weiterführende Funktionen, wie das Anlegen von Benutzern (Alfresco Software, Ltd., 2015i).

Die *Sidebar* schließt den Navigator mit *Mein Alfresco*, *Firmen-Home*, *Mein Home* und *Besucher-Home* ein. Mithilfe des Navigators können die Benutzer von Alfresco zwischen den allgemeinen *Spaces* (vgl. 5.5.1) navigieren und haben in Abhängigkeit der jeweiligen Rolle Zugriff auf einen *Space*. *Firmen-Home* ist der Sammelordner für alle übergreifende *Spaces* einer Einrichtung, wohingegen *Mein Home* lediglich die benutzerspezifisch angelegten *Spaces* beinhaltet. Über *Mein Alfresco* gelangt der Anwender zu einer individuell konfigurierbaren Übersicht über eigene Dokumente sowie offenstehende, erledigte oder alle Aufgaben. Innerhalb von *Besucher-Home* können Dokumente abgelegt werden, die für jeden im Internet zugänglich sein sollen (Alfresco Software, Ltd., 2015i).

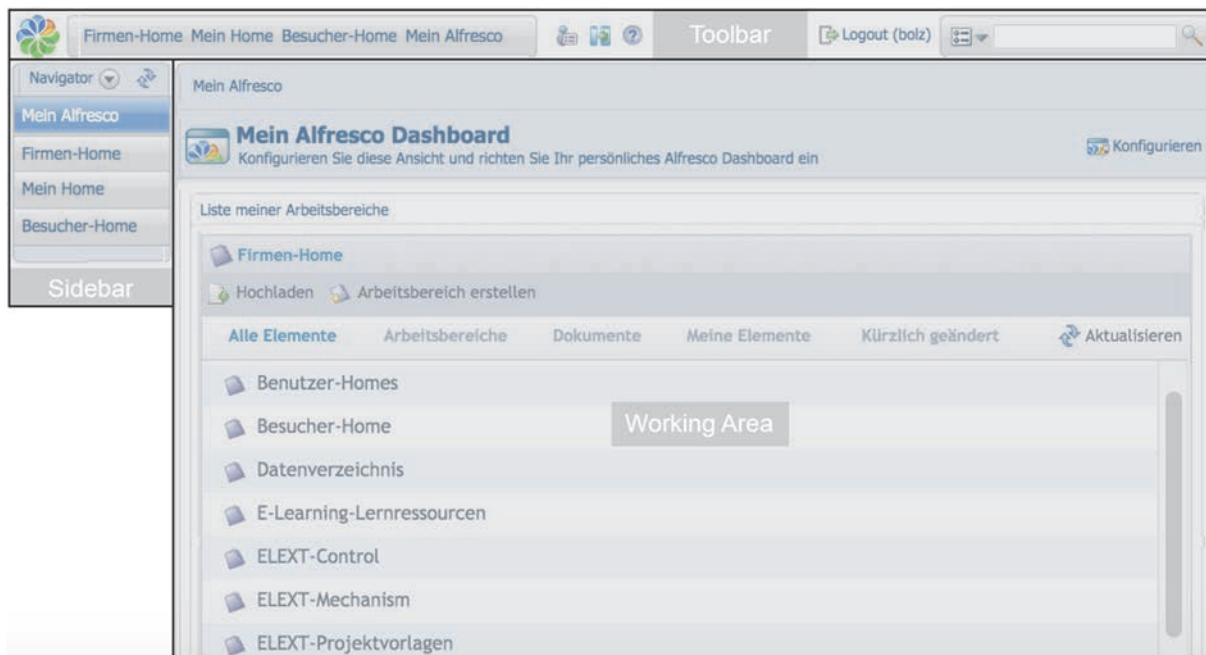


Abbildung 5.6 Aufbau *Alfresco Explorer*

Die *Working Area* besteht aus den Elementen *Header*, *Spaces* und *Content*. Im *Header* gibt es diverse Möglichkeiten, um mit Dokumenten und *Spaces* zu arbeiten (vgl. Abbildung 5.7). So können Workflows eingerichtet werden, der Zugriff auf *Spaces* und Dokumente kann verwaltet sowie individuelle Einstellungen über die Ansicht können vorgenommen werden. *Spaces* sind neben den Dokumenten ein zentrales Konzept in Alfresco. In den *Spaces* werden Dokumente gesammelt, geordnet und bearbeitet. Der Benutzer kann auf die offiziellen *Spaces* der Einrichtung zugreifen (*Firmen-Home*) oder seine eigenen *Spaces* für persönliche Projekte eröffnen (*Mein Home*). Zur Zusammenarbeit mit Kollegen und Mitarbeitern können entweder basierend auf dem Rollenkonzept von Alfresco allgemein Rechte über den Zugriff auf bestimmte *Spaces* vergeben werden oder der Anwender vergibt in seinem eigenen *Space* individuell das Recht an andere Personen, auf bestimmte Dokumente zugreifen zu können (Alfresco Software, Ltd., 2015i).

Innerhalb der *Spaces* sind die Inhalte (*Content*) organisiert. In diesem Bereich werden Dokumente, Bilder und sonstige Inhalte aufgelistet, die sich im *Space* befinden. Neben Standardfunktionalitäten wie Bearbeiten, Kopieren und Ausschneiden, gibt es die Möglichkeit, für jedes Dokument eine Diskussion zu initiieren oder einen *Advanced Workflow* zu starten (Alfresco Software, Ltd., 2015i).

The screenshot displays the Alfresco Explorer interface. At the top, the breadcrumb navigation shows 'Firmen-Home > A1 Projekt initialisieren > A1.1 Projektdefinition erstellen'. The 'Header' section contains the title 'A1.1 Projektdefinition erstellen' and a description: 'In dieser Ansicht können Sie die Objekte in diesem Arbeitsbereich durchsuchen.' Below this, there are buttons for 'Inhalt hinzufügen', 'Erstellen', 'Mehr Aktionen', and 'Ansicht Details'. The 'Spaces' section is titled 'Arbeitsbereiche durchsuchen' and shows a table of spaces. The table has columns for Name, Beschreibung, Angelegt, Geändert, and Aktionen. The 'Content' section is titled 'Inhaltselemente' and shows a message: 'Keine anzuzeigenden Elemente. Aktion 'Inhalt hinzufügen' anklicken, um ein bestehendes Dokument hinzuzufügen. Um eine HTML- oder Nur Text-Datei zu erstellen, Aktion 'Inhalt erstellen' anklicken.'

Name	Beschreibung	Angelegt	Geändert	Aktionen
01 Input		7 April 2014 10:07	7 April 2014 10:07	[Icons]
02 Output		7 April 2014 10:07	26 März 2015 09:27	[Icons]
03 Control		7 April 2014 10:07	9 April 2014 09:35	[Icons]
04 Mechanism		7 April 2014 10:07	26 März 2015 09:22	[Icons]

Abbildung 5.7 Aufbau *Alfresco Explorer* mit *Working Area*

Alfresco Share

Die Weiterentwicklung *Alfresco Share* löst immer mehr den *Alfresco Explorer* in seinen Funktionen ab. Jedoch wurden so viele Erweiterungen für *Alfresco Explorer* geschrieben, dass dieser nicht komplett zu ersetzen sein wird. *Alfresco Explorer* baut immer mehr seine Stärken im administrativen Bereich aus, wohingegen *Alfresco Share* das sogenannte *next generation user interface*, also die Benutzeroberfläche der nächsten Generation wird (Caruana et al., 2010).

Wie in Abbildung 5.8 dargestellt, wird nach dem Login über *Alfresco Share* eine Seite mit verschiedenen *Dashlets* angezeigt. Diese *Dashlets* sind im Falle vom Dashboard von Johannes Bolz *Meine Sites*, *Meine Aufgaben*, *Meine Aktivitäten* und *Meine Dokumente*. Das *Dashlet* lässt sich individuell konfigurieren und weitere *Dashlets*, wie *Meine Diskussionen*, *Site-Suche* etc., können über das Zahnradsymbol hinzugefügt werden. Unter *Meine Sites* werden alle Seiten aufgelistet, in denen der Benutzer hinzugefügt wurde und Bearbeitungsrechte hat. Innerhalb der Seiten existieren dann weitere Funktionalitäten, wie *Wikis*, *Blogs* etc. Unter *Meine Aufgaben* werden alle Aufgaben aus allen Seiten aufgelistet und diese Aufgaben können nach *Aktiven Aufgaben* und *Abgeschlossenen Aufgaben* sortiert werden. Außerdem besteht die Möglichkeit, einen Workflow in diesem Bereich zu starten. In *Meine Aktivitäten* werden alle Aktionen aufgelistet, die innerhalb einer Seiten passieren, auf die der Benutzer Zugriff hat. *Meine Dokumente* beinhaltet alle Dokumente, die dem Benutzer gehören. Die Dokumente können nach Kriterien wie *Habe ich kürzlich geändert* gefiltert werden (Alfresco Software, Ltd., 2015j).

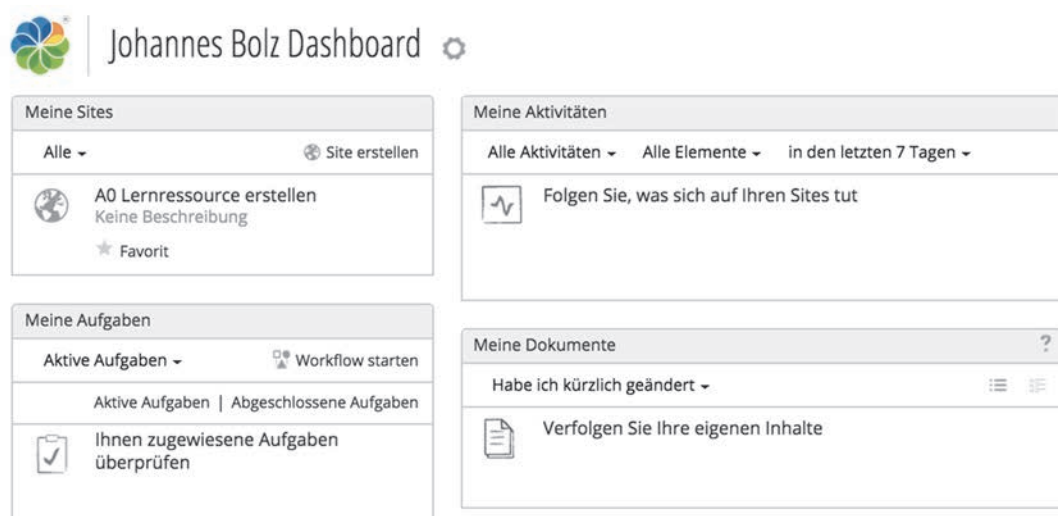


Abbildung 5.8 *Alfresco Share*

Sites

Alfresco Share verfügt zusätzlich über die Funktion *Sites*. Mit dieser Funktion können Benutzer in *Alfresco* in einem geschützten Bereich gemeinsam an Inhalten arbeiten. Der Arbeitsbereich *Site* ist in *Alfresco* dann geschützt, wenn die *Site* beim Einrichten die Eigenschaft *Private* erhält. Dadurch können lediglich diejenigen auf die Inhalte zugreifen, die auch in diesem Arbeitsbereich eingeladen wurden (Alfresco Software, Ltd., 2015k).

Abbildung 5.9 zeigt die *Site A0 Produktion einer E-Learning-Lernressource nach ELE^{XT}* mit den *Dashlets Site Mitglieder, Site Kalender, Site-Suche, Site-Inhalte* und *Site Aktivitäten*. Die *Dashlets* lassen sich wieder über das Zahnrad individuell anpassen. Neben der *Dokumentenbibliothek* stehen dem Anwender die Funktionen *Diskussionen, Datenlisten, Wiki, Blog, Kalender, Links* und *Site-Mitglieder* zur Verfügung (vgl. Abbildung 5.9). In der *Dokumentenbibliothek* befinden sich alle Dokumente der *Site*, also des Projektes, und unter *Datenlisten* können Listen in unterschiedlichen Formen mit einem Fälligkeitsdatum und Bearbeitungsstatus erstellt werden. *Wiki* und *Blog* sind Formen zur Kommunikation und Kollaboration innerhalb des Projektes und in der Rubrik *Links* werden projektrelevante *Links* gesammelt. Unter *Site-Mitglieder* oder auch mit einem Klick auf das graue Männchen neben dem Zahnrad können die Mitglieder der Seite verwaltet und eingeladen werden (vgl. Abbildung 5.9).

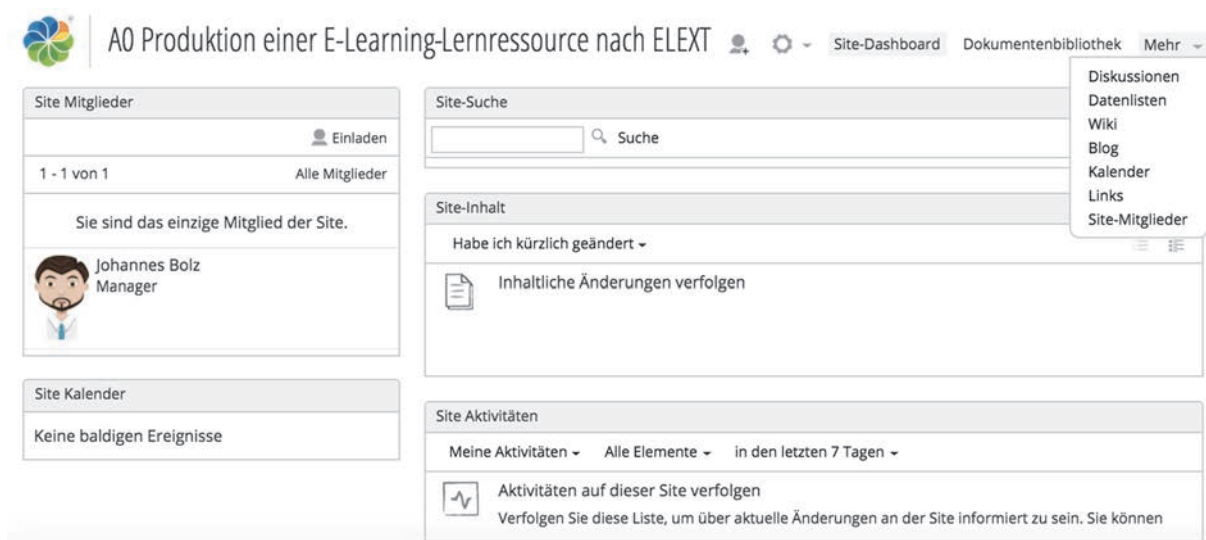


Abbildung 5.9 *Alfresco Share* mit *Site A0 Produktion einer E-Learning-Lernressource nach ELE^{XT}*

5.5 Zentrale Konzepte von Alfresco

Alfresco verfügt über eine Vielzahl an Funktionalitäten, die auf wiederkehrenden Konzepten basieren. Wichtige Konzepte sind *Spaces* und *Links*, *Content Rules* und *Actions*, *Simple Workflows*, *Advanced Workflows* sowie *Roles*, die im Folgenden erläutert werden.

5.5.1 *Spaces* und *Links*

Eine zentrale Idee bei Alfresco ist das Arbeiten mit *Spaces*. Unter *Spaces* werden Ordner verstanden, die der Anwender von Betriebssystemen wie *MS Microsoft* oder Linux kennt. *Spaces* können in *Subspaces* organisiert werden. Die Hierarchie der *Spaces* ist beliebig erweiterbar. Durch die Bindung einer *Content Rule* an einen *Space* wird dieser innerhalb von Alfresco zu einem sogenannten *Smart Space* (Alfresco Software, Ltd., 2015e). *Space-Templates* sind eine spezielle Ausprägung von *Spaces*, die es ermöglichen, eine bereits eingerichtete Struktur in einem *Space* mit allen Regeln und Zugriffsmöglichkeiten als Template abzuspeichern und danach beliebig oft neu zu kopieren. Der Aufbau eines *Spaces* mit seinen *Subspaces*, *Roles* und *Content Rules* (Regeln) kann je nach Projekt oder Einrichtung sehr komplex werden und daher bieten die *Space-Templates* eine effiziente Lösung, um vorhandene Strukturen wiederzuverwenden (Alfresco Software, Ltd., 2015f).

Ein *Link* ist eine Verknüpfung zu einem Inhalt beziehungsweise Dokument in Alfresco. Der Einsatz von *Links* macht immer dann Sinn, wenn der gleiche Inhalt an mehreren Stellen im System angezeigt werden soll. Dadurch muss der Inhalt nicht an verschiedene Stellen kopiert werden. *Links* sind dadurch speichersparend und haben den Vorteil, dass an verschiedenen Stellen im System immer die aktuellste Version einer Datei vorhanden ist (Alfresco Software, Ltd., 2015i). Dieser *Link* darf nicht mit der Linksammlung innerhalb einer *Site* verwechselt werden. Eine Linksammlung besteht aus *Links* zu meist externen Webseiten. Die hier erwähnten *Links* sind Verlinkungen zu existierenden Dokumenten in Alfresco.

5.5.2 *Content Rules* und *Actions*

Mit dieser Funktionalität lassen sich im Alfresco Aufgaben wie Kopieren, Löschen oder Einfügen automatisiert durchführen. Dies gilt für die *Spaces* und deren Inhalte. *Content Rules* (Regeln) sind ein mächtiges Konzept in Alfresco. Kriterien legen fest wann eine Regel ausgeführt

werden soll und die folgenden *Actions* (Aktionen) werden von Alfresco automatisch basierend auf den Kriterien durchgeführt. Die Regeln werden immer an einen bestimmten *Space* gebunden. Eine Regel wird eingerichtet, indem ein *Name*, eine *Beschreibung* und eine *Wenn*-Bedingung mit *Kriterien* eingetragen werden. Danach muss noch die auszuführende *Aktion* ausgewählt werden (vgl. Abbildung 5.10). Neben jedem Element ist das Zeichen +/- zu sehen. Mithilfe dieser Zeichen können jeweils mehrere Bedingungen, Kriterien und Aktionen eingetragen werden. Alfresco-Aktionen sind z. B. Skript ausführen, Kopieren, Verschieben, Einchecken, Auschecken, mit Kategorie verlinken oder auch *Simple Workflow* hinzufügen, der im nächsten Abschnitt beschrieben wird.

Neue Regel

* Pflichtfelder

Allgemein

Name: *

Beschreibung:

Regel definieren

Wenn:

Objekte werden hier erstellt oder hierhin verschoben + -

▼

☒ Wenn alle Kriterien erfüllt sind:

Alle Elemente + -

☐ Wenn nicht alle Kriterien erfüllt sind:

▼

Aktion ausführen:

⚠ Auswählen... + -

Weitere Optionen

☐ Regel abschalten

☐ Regel im Hintergrund ausführen

☐ Regel trifft auf Unterordner zu

Falls ein Fehler auftritt, Script ausführen:

Abbildung 5.10 Alfresco Content Rules (Regeln) einrichten

5.5.3 *Simple Workflows*

Alfresco verfügt prinzipiell über zwei unterschiedliche Typen von Workflows: (1) *Simple Workflows*, die inhaltsorientiert sind und (2) *Advanced Workflows*, die sich an Aufgaben ausrichten. *Simple Workflows* kommen zum Einsatz, wenn Inhalte wie Dokumente in bestimmte *Spaces* verschoben oder kopiert werden sollen. *Simple Workflows* werden mithilfe der Regeln eingerichtet und als Aktion wird *Einfachen Workflow hinzufügen* ausgewählt (Alfresco Software, Ltd., 2015g). Standardmäßig besitzt der *Simple Workflow* bereits die Eigenschaften, eine Aktion durchzuführen, wenn zuvor ein Element aus dem *Space* genehmigt wurde, und eine Aktion einzuleiten, wenn ein Element aus dem *Space* abgelehnt wurde. Die Aktionen können ein Verschieben oder Kopieren des Dokumentes sein, wie z. B. die Markierung eines Dokumentes als genehmigt, und danach wird das Dokument in einen *Space* mit dem Titel *Veröffentlicht* kopiert. Leider unterstützt Alfresco hierbei noch nicht das Kopieren oder Verschieben von Dokumenten auf Basis von relativen Pfaden (Alfresco Software, Ltd., 2015l).

5.5.4 *Advanced Workflows*

Mithilfe von *Advanced Workflows* können Dokumente in Alfresco partiell automatisierte Prozesse durchlaufen und bestimmten Benutzergruppen zur Bearbeitung vorgelegt werden. Alfresco besitzt standardmäßig die beiden wichtigsten Workflows *Ad-hoc* und *Review-and-approve*, die der Anwender sofort einsetzen kann. Der *Ad-hoc Workflow* weist einem anderen Benutzer auf Alfresco eine einzelne Aufgabe zu. Der *Review-and-approve-Workflow* weist ebenfalls einem Benutzer eine Aufgabe zu, erwartet dann aber eine Rückmeldung des Benutzers, der die Aufgabe erhalten hatte (Alfresco Software, Ltd., 2015g). Der *Review-and-approve-Workflow* wird in die weiteren Workflows *Group-review-and-approve*, *Parallel-review-and-approve*, *Pooled-review-and-approve* unterteilt. Die Workflows unterscheiden sich in der Anzahl der Personen, denen ein Workflow zugewiesen werden kann. *Group-review-and-approve* ermöglicht es, mit dem Workflow Dokumente einer Gruppe vorzulegen. Bei *Parallel-review-and-approve* und *Pooled-review-and-approve* werden die Dokumente mehreren Benutzern auf Alfresco zur Überprüfung zuzuweisen. Bei *Pooled-review-and-approve* erhalten zwar mehrere Benutzer die Nachricht, dass sie eine Aufgabe erledigen sollen, allerdings nimmt nur ein Benutzer diese an. Nach Erledigung gibt der Benutzer die Aufgabe und Dokumente wieder frei. Eine große Flexibilität bietet Alfresco durch die Möglichkeit, eigene Workflows zu

implementieren. Durch Eclipse lassen sich mit einem WYSIWYG-Editor Prozesse grafisch erstellen und in einer XML-ähnlichen Sprache (BPMN) ausgeben (Alfresco Software, Ltd., 2015g).

5.5.5 Aspekte wie *Klassifizierbar* und *Tag-fähig*

Mit Kategorien und *Tags* können Anwender Inhalte besser wiederfinden und mit individuellen Schlagworten und Kategorien auszeichnen. Der Unterschied zwischen Kategorien und *Tags* ist, dass Kategorien eine Struktur besitzen, wohingegen *Tags* ohne Struktur den Inhalten zugewiesen werden. Kategorien müssen vom Administrator unter *Admin-Tools – Kategorie-Manager* eingerichtet werden. Damit der Anwender einem *Space* oder Dokumente eine Kategorie beziehungsweise *Tags* zuweisen kann, muss der *Space* zuerst mit den Eigenschaften *Klassifizierbar* und *Tag-fähig* über Aspekte konfiguriert werden (Alfresco Software, Ltd., 2015m). Danach ist es möglich, bei den Eigenschaften des *Spaces* oder Dokumentes eine Kategorie auszuwählen und einen oder mehrere *Tags* einzugeben. Aspekte können in Alfresco über *Aspekte verwalten* bei dem jeweiligen *Space* konfiguriert werden.

5.5.6 *Users, Groups* und *Roles*

Alfresco verfügt über eine eigene Benutzerverwaltung. Diese Benutzerverwaltung speichert Informationen, wie Name, Vorname und Passwort. Über LDAP oder NT LAN Manager (NTLM) ist es möglich, Alfresco an eine vorhandene Benutzerstruktur anzubinden. Des Weiteren können Benutzer in *Groups* (Gruppen) und Subgruppen zusammengefasst werden. Alfresco hat standardmäßig bereits voreingestellte *Roles* (Rollen). Diese Rollen regeln den Zugriff von Benutzern beziehungsweise Benutzergruppen auf beispielsweise *Spaces*, Kalender und *Wikis* sowie die Rechte zum Einrichten von *Sites*. Die Rollen lassen sich individuell an die Bedürfnisse und Umgebung der eigenen Organisation anpassen und erweitern. Die Konfiguration der Rollen wird in der Datei *permissionDefinitions.xml* vorgenommen. Vorhandene Rollen in Alfresco sind (1) *Consumer* (Anwender), der im Allgemeinen *Spaces* und *Content* lesen kann, (2) *Editor* (Redakteur), diese Rolle beinhaltet die Rechte eines *Consumers* und kann zusätzlich bereits vorhandenen Inhalt editieren, (3) *Contributor* (Beitragender), der die Rechte eines *Consumers* besitzt und außerdem neue Inhalte einstellen kann, (4) *Collaborator* (Mitarbeiter), eine Kombination aus *Editor* und *Contributor*, er darf also Inhalte editieren und neu einstellen, und der

(5) *Coordinator* (Koordinator), diese Rolle hat vollständig Zugriff und alle Rechte. Tabelle 5.1 zeigt die unterschiedlichen Rollen mit den standardmäßigen Rechten auf *Spaces* und Inhalte (vgl. Tabelle 5.1; Shariff, 2013).

Tabelle 5.1 Rollen und Rechte in Alfresco

Rechte auf Spaces					
	Consumer	Contributor	Editor	Collaborator	Coordinator
Read Content within space	x	x	x	x	x
Read Space Properties	x	x	x	x	x
Read Sub-spaces	x	x	x	x	x
Read Forums, Topics, posts	x	x	x	x	x
Copy	x	x	x	x	x
Preview in Template	x	x	x	x	x
Create Content within space		x		x	x
Create Sub-Spaces		x		x	x
Create Forums, Topics, posts		x		x	x
Reply to Posts		x		x	x
Start Discussion		x		x	x
Edit Space's Properties			x	x	x
Add/Edit Space users			x	x	x
Delete Space users					x
Add/Edit Space rules			x	x	x
Delete Space rules					x
Cut Content/Sub-Spaces					x
Delete Content/Sub-Spaces					x
Check-out Content			x	x	x
Update Content			x	x	x
Take Ownership					x

Rechte für Content					
	Consumer	Contributor	Editor	Collaborator	Coordinator
Read Content	x	x	x	x	x
Read Content Properties	x	x	x	x	x
Copy	x	x	x	x	x
Preview in Template	x	x	x	x	x
Start Discussion		x		x	x
Edit Content			x	x	x
Edit Properties			x	x	x
Apply Versioning			x	x	x
Apply Categorization			x	x	x
Check-out			x	x	x
Update			x	x	x
Take ownership					x
Cut					x
Delete					x

6 Realisierung von ELE^{XT} mit Alfresco

Für die Umsetzung des Vorgehensmodells ELE^{XT} mit dem Enterprise-Content-Management System Alfresco müssen Konzepte und Funktionalitäten aus ELE^{XT} auf Alfresco abgebildet werden. Das heißt, die Konzepte von ELE^{XT} werden auf technische Funktionen von Alfresco *ge-mappt* (Mapping). Im Folgenden werden diese Zuordnungen und Beziehungen zwischen dem Vorgehen (ELE^{XT}) und dem System (Alfresco) beschrieben.

6.1 Mapping von ELE^{XT}-Grundkonzepten auf Alfresco

Wie in Abschnitt 1.3 wird auch hier zuerst zwischen einigen allgemeinen Grundkonzepten, wie den Aktivitäten oder der Auftraggeber-/Auftragnehmersicht unterschieden. Danach werden die ELE^{XT}-Elemente Projektmanagement, Qualitätssicherung, Problem- und Änderungsmanagement und Konfigurationsmanagement und dessen Integration in ELE^{XT} auf Alfresco dargestellt.

6.1.1 Mapping von ELE^{XT}-Aktivitäten auf Alfresco Spaces

Das Vorgehensmodell ELE^{XT} mit den Prozessen *Projekt initialisieren*, *Anforderungen ermitteln*, *Ausschreibung/Pitch durchführen*, *Konzeption erstellen*, *E-Learning-Lernressource produzieren* und *E-Learning-Lernressource einführen* lässt sich mithilfe der Space-Funktion von Alfresco abbilden. Die erste Ebene bei den Spaces bildet der zusätzliche Space *ELEXT-Projektvorlagen*⁴. Dieser Space beinhaltet alle Projektvorlagen, die in einem Unternehmen zur Verfügung stehen. Der Space *ELEXT-Projektvorlagen* kann noch weitere vordefinierte Prozesse beinhalten und nicht nur das Prozessmodell zur Erstellung einer E-Learning-Lernressource. Der Space *A0 Produktion einer E-Learning-Lernressource nach ELEXT* mit den bereits angelegten Subspaces, Regeln, Aspekten und Workflows dient als Kopiervorlage für alle neuen Projekte.

Wie in Abbildung 6.1 dargestellt, wird für jeden Prozess von ELE^{XT} jeweils ein eigener Space in Alfresco angelegt. Der Prozess *Projekt initialisieren* aus ELE^{XT} wird mit dem Alfresco Space *A1 Projekt initialisieren* realisiert. Die Prozesse *Projekt initialisieren*, *Anforderungen ermitteln*, *Ausschreibung-Pitch durchführen*, *Konzept erstellen*, *E-Learning-Lernressource produzieren* und *E-Learning-Lernressource einführen* besitzen in der Box (rechts unten) eine Nummerierung. Diese Nummerierung stammt aus der IDEF0-Notation, heißt Node-Number und dient der Positionierung des Prozesses innerhalb der Hierarchie des kompletten Prozesses (National Institute of Standards and Technology, 1993). Damit diese Reihenfolge und Sortierung für die Prozesse ebenfalls in Alfresco greift, wird eine Zahl dem jeweiligen Space vorangestellt. Daher besteht der Name des Alfresco Spaces nicht nur aus dem Prozess selbst (*Projekt initialisieren*),

⁴ In den Namen der Spaces von Alfresco konnte XT nicht hochgestellt geschrieben werden, weshalb es in den Screenshots und im erläuterten Text jeweils normal geschrieben wurde. Das Gleiche gilt bei *Ausschreibung/Pitch durchführen* sowie *Problemmeldung/Änderungsantrag erstellen*. Der Schrägstrich wurde in Alfresco durch einen Bindestrich ersetzt.

sondern weist zusätzlich eine Nummer mit einem vorangestellten A auf. Die *Spaces* in Alfresco werden wiederum in weitere *Subspaces* unterteilt, die im folgenden Abschnitt beschrieben werden.

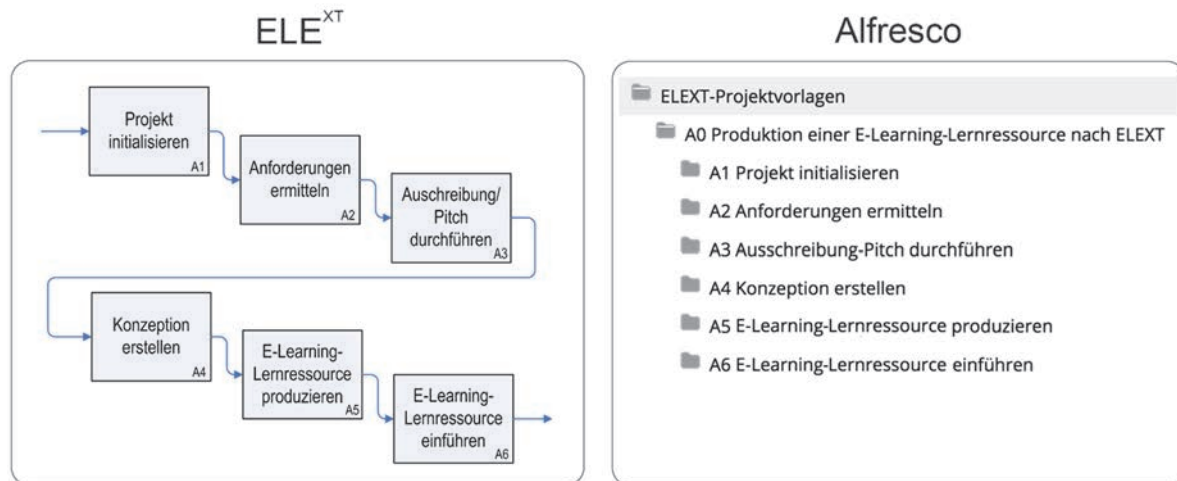


Abbildung 6.1 ELE^{XT}-Prozesse (links) und Alfresco *Spaces* (rechts)

6.1.2 Mapping von ELE^{XT}-Modellkonzepten auf Alfresco *Subspaces*

Wie in Abschnitt 3.1 beschrieben, finden in ELE^{XT} die Modellkonzepte *Input*, *Output*, *Control* und *Mechanism* Verwendung. Die Pfeile unterliegen der IDEF0-Notation mit der entsprechenden Bedeutung. Der *Input*-Pfeil, wie in Abbildung 6.2 dargestellt, symbolisiert Dokumente beziehungsweise Daten, die durch die Funktion in der Box – in unserem Beispiel *Produktion einer E-Learning-Lernressource nach ELE^{XT}* – zu einem bestimmten *Output* transformiert werden. Eingehende Dokumente, wie Projektdefinition, Feinkonzept etc. werden in diesem *Subspace* gesammelt, kopiert und in ein adäquates Format transformiert. Der *Subspace Output* dient als Container zur Sammlung der Ergebnisse, also der Dokumente, die in den Aktivitäten erstellt werden. Der *Subspace Output* wird im Prozess *Projektfortschrittsentscheidung treffen* noch in weitere *Subspaces* unterteilt, um das Produktzustandsmodell aus dem V-Modell^{XT} zu berücksichtigen. *Control* und *Mechanism* beeinflussen jeden Prozess durch z. B. zusätzliche Literatur, Checklisten, Methoden oder Templates. In dem *Space Control* befinden sich Dokumente zu diversen Themen für die Bearbeitung der jeweiligen Prozesse, wie beispielsweise Literatur zum Projektmanagement oder Anleitungen zu Softwareprodukten. Zusätzlich werden im *Subspace Control* bereits ausgefüllte Beispiele für die jeweiligen Templates gesammelt, um dem

Anwender das Ausfüllen der Templates zu erleichtern. Damit die Dokumente im *Space Control* nicht veralten, wird dieser *Subspace* außerhalb der *ELEXT-Projektvorlage* gepflegt und bei der Initialisierung eines jeden Projektes jeweils neu angelegt. Dadurch werden die Unterlagen im Ordner *Control* innerhalb des Unternehmens nicht nur während eines Projektes, sondern fortlaufend in einem separaten *Subspace* aktualisiert. Im folgenden Abschnitt wird dieser Vorgang detaillierter beschrieben. Der *Subspace Mechanism* beinhaltet die im Prozess zur Verfügung stehenden Methoden mit einer entsprechenden Beschreibung der Methode, Auflistung der benötigten Software sowie Templates zur Bearbeitung des Prozesses. Ähnlich wie bei dem *Subspace Control* werden auch hier die Inhalte des *Subspaces Mechanism* in einem anderen Bereich in Alfresco gepflegt. Die Methoden in der *ELEXT-Projektvorlage* werden lediglich verlinkt. Dieser Vorgang wird ebenfalls in einem folgenden Abschnitt beschrieben. Abbildung 6.2 zeigt die *Subspaces 01 Input, 02 Output, 03 Control* und *04 Mechanism* im Prozess *A1.1 Projektdefinition erstellen* und den übergeordneten Prozess *A1 Projekt initialisieren*.

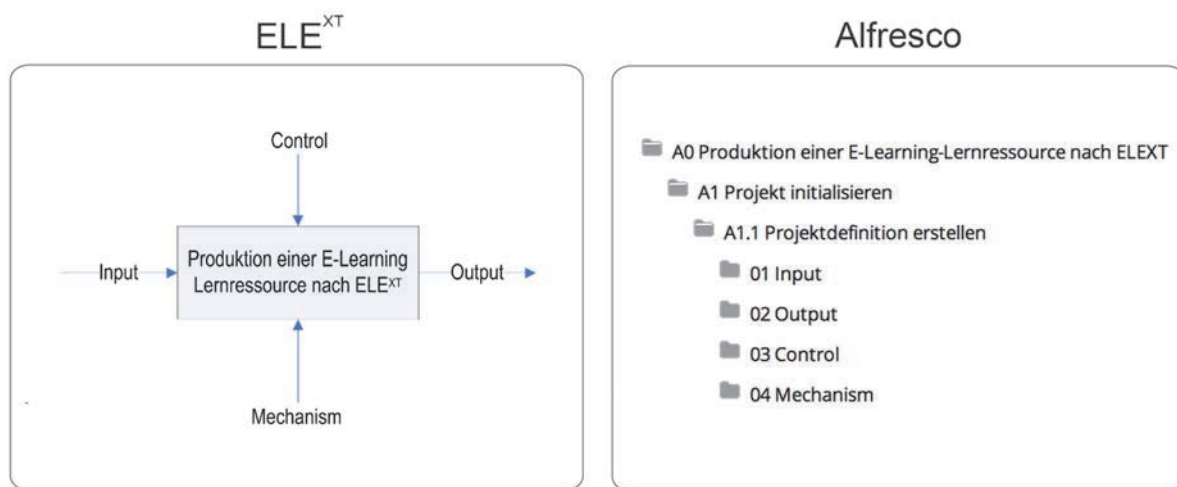


Abbildung 6.2 Modellkonzept aus ELE^{XT} (links) und *Subspaces* im Alfresco (rechts)

6.1.3 Mapping von ELE^{XT}-Mechanism und ELE^{XT}-Control auf Alfresco *Spaces* und Regeln

Jedes Projekt hat seine individuellen Merkmale, jedoch gibt es Phasen und Abläufe, die Teil eines jeden Projektes sind. Nur dadurch kann ein prozessorientiertes System wie Alfresco seine Vorteile nutzen. Der Bedarf an Literatur über das Projektmanagement, Konfigurationsmanagement etc. ist bei jedem ELE^{XT}-Projekt gegeben. Allerdings müssen die Inhalte dieser

Bereiche laufend gepflegt und aktualisiert werden. Daher werden die Inhalte, also die eigentlichen Dokumente zu den einzelnen Themengebieten von *Mechanism* und *Control*, in einen jeweils anderen *Space* gesammelt, der sich außerhalb der Projektvorlage von ELE^{XT} befindet. Dieser *Space* kann lediglich von den Rollen Projektleiter und Projektmanager bearbeitet werden. Nur diese Rollen haben Zugriff auf die *Spaces* und können zur Aktualisierung beitragen. Das garantiert eine Weiterentwicklung der Inhalte durch Experten. Auf der gleichen Ebene wie der *Space* ELE^{XT}-Projektvorlagen existieren die beiden *Spaces* ELE^{XT}-Control sowie ELE^{XT}-Mechanism (vgl. Abbildung 6.3). In diesen beiden *Spaces* wird die Literatur über ELE^{XT}-relevante Bereiche wie Projektmanagement oder Konfigurationsmanagement gesammelt, aber auch Literatur und Referenzen zu Lern- oder Medienobjekten.



Abbildung 6.3 ELE^{XT}-Control und ELE^{XT}-Mechanism

In Abbildung 6.4 ist die Struktur von ELE^{XT}-Control mit den *Spaces* *Anleitungen für Software*, *Beispiele Templates*, *Checklisten* und *Literatur* zu sehen. Der *Space* *Anleitungen für Software* beinhaltet die *Subspaces* *Audioprogramme*, *Autorenprogramme*, *Grafikprogramme*, *Kommunikations- und Kollaborationsprogramme*, *LMS-ECMS*, *Officeprogramme* und *Videoprogramme*. Die Aufteilung der Programme in diese Kategorien ist angelehnt an das ELQ-Projekt und E-Teaching.org und kann dem Anhang E entnommen werden (E-Teaching.org, 2015; Zentrum für Graphische Datenverarbeitung, 2006).

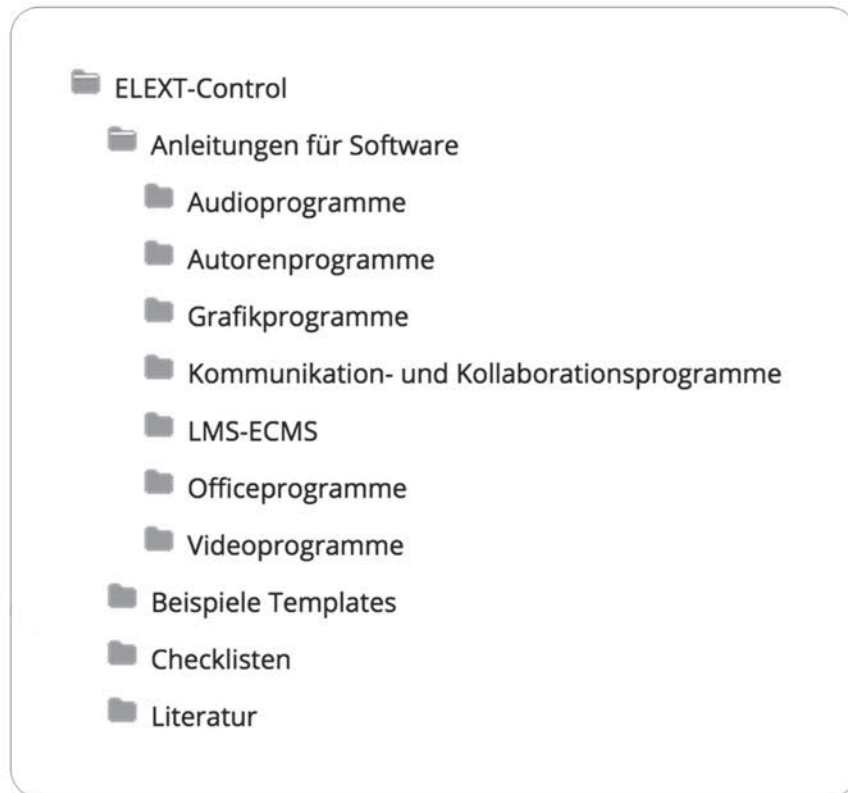


Abbildung 6.4 Struktur ELE^{XT}-Control

Damit die Projektvorlage stets auf dem neusten Stand ist und Aktualisierungen der Literatur automatisiert in die Projektablage kopiert werden, existiert in Alfresco eine Regel. Abbildung 6.5 zeigt diese Regel: Alle Dokumente, die sich in diesem Beispiel in dem *Space Anleitungen Software – LMS-ECMS – Alfresco* befinden, werden bei Neuanlage, Aktualisierung oder Löschen beziehungsweise Verschieben von Dokumenten (in Alfresco mit der Bedingung *Wenn realisiert*) in die entsprechenden *Spaces* der ELE^{XT}-Projektvorlage kopiert (in Alfresco mit *Aktion ausführen* implementiert). In Alfresco wurde für jeden Themenbereich diverse dieser Regeln angelegt, um die Dokumente in die *Control*-Ordner in Alfresco zu kopieren.

Anleitungen Alfresco kopieren

Beschreibung: Die Anleitungen von Alfresco werden aus dem Space ELEXT-Control in die entsprechenden Spaces in ELEXT-Projektvorlage kopiert

✓ Aktiv

✓ Im Hintergrund ausführen

✓ Regel auf Unterordner angewandt

Wenn:

Objekte werden hier erstellt oder hierhin verschoben
Objekte werden aktualisiert
Objekte werden gelöscht oder aus diesem Ordner verschoben

Wenn alle Kriterien erfüllt sind:

Alle Elemente

Aktion ausführen:

Elemente nach .../03 Control kopieren
Elemente nach .../03 Control kopieren

Abbildung 6.5 Aktualisierung von Control mit einer Regel in Alfresco

Mapping der ELE^{XT}-Rollen auf Alfresco-Gruppen und Alfresco-Rollen

Alfresco verfügt über ein ausgereiftes und individuell anpassbares Rollenkonzept. Die Verwaltung der *Spaces* und deren Inhalte über Rollen ermöglicht eine dedizierte Angabe dazu, wer welchen Inhalt in einem *Space* lesen, bearbeiten, löschen oder neu erstellen darf. Bereits definierte Rollen mit voreingestellten Rechten sind *Consumer*, *Contributor*, *Editor*, *Collaborator* und *Coordinator* (vgl. 5.5.6). Die Projektleitung kann z. B. eine koordinierende Rolle für einen Ordner einnehmen und die restlichen Mitarbeiter können lediglich zusätzliche Inhalte beitragen, aber nicht mehr verändern. Dadurch kann die Projektleitung gewährleisten, dass bei der Bewertung eines Dokumentes auch tatsächlich die aktuellste Version zur Prüfung vorliegt.

Die Rollen *Consumer*, *Contributor*, *Editor*, *Collaborator* und *Coordinator* können einer Person oder einer zuvor definierten Gruppe zugewiesen werden. Gruppen werden in Alfresco über

den Administrator systemweit angelegt und können durch Verschachtelung eine Hierarchie abbilden. Der Administrator kann den Gruppen einzelne Personen zuweisen. Durch Gruppen ist ein Administrator oder der Besitzer einer *Site* in der Lage, mit einer einzelnen Zuweisung mehreren Personen in einem Arbeitsschritt Rechte für einen *Space* zu vergeben. Für ELE^{XT} wurden folgende Hauptgruppen angelegt: (1) AG-AN-Änderungssteuerungsgruppe, (2) AG-AN-Lehrende, (3) AG-AN-Lenkungsausschuss, (4) AG-AN-Lernende, (5) Auftraggeber, (6) Auftragnehmer.

Die Hauptgruppe AG-AN-Lenkungsausschuss beinhaltet beispielweise die Untergruppen AG-Projektleiter, AG-Projektmanager, AG-QS-Verantwortlicher, AN-Projektleiter, AN-Projektmanager und AN-QS-Verantwortlicher. Für die potenziellen Auftragnehmer muss jedes Mal eine neue Gruppe angelegt werden, damit eine Firma nicht Zugriffsrechte auf die Dokumente einer anderen Firma besitzt. Die Firmen werden dann über eine Einladung zu Alfresco hinzugefügt.

6.2 Unterstützung des ELE^{XT}-Projektmanagements durch Alfresco

Das Projektmanagement in ELE^{XT} sieht diverse Elemente wie *Besprechung durchführen*, *Projekttagebuch führen*, *Projektstatusbericht erstellen* vor, die mit unterschiedlichen Funktionen aus Alfresco implementiert wurden. Auch für diese Aufgaben kommen *Spaces* beziehungsweise *Subspaces* zum Einsatz. Diverse Kommunikation- und Kollaborationsmittel von Alfresco werden verwendet, um die Zusammenarbeit der Mitarbeiter innerhalb des Projektes zu unterstützen. Auch die Rollen mit den Rechtezuweisungen und differenzierten Zugriffsrechten unterstützt das Projektmanagement in ELE^{XT}. Dieses Mapping wurde bereits im Abschnitt zuvor vorgestellt (vgl. 6.1). Zusätzlich unterstützen Methoden die Mitarbeiter bei der Bearbeitung der Prozesse und werden in Abhängigkeit des jeweiligen Prozesses dem Mitarbeiter angeboten.

Alfresco Subspaces

Die Mitarbeiter eines E-Learning-Engineering-Projektes erstellen hauptsächlich Dokumente. Um diesen Arbeitsschritt zu unterstützen und zu optimieren, stehen den Mitarbeitern vorgefertigte Templates zur leichteren Fertigung der geforderten Dokumente zur Verfügung. Die Mitarbeiter finden die Templates im *Subspace Mechanism*. Ein bereits ausgefülltes und reales Beispiel liegt im *Space Control > Beispiele Templates*. Die Templates wurden komplett überarbeitet, da einige Informationen wie Version oder Autor innerhalb von Alfresco nicht mehr benötigt werden. Die Information darüber, wer wann welches Dokument bearbeitet hat, wird von Alfresco verfolgt, sobald dem *Space* der Aspekt *Versionsfähig* zugeordnet wird.

Alfresco Kommunikation- und Kollaborationsmittel

Um Projektergebnisse im Team effizient entwickeln zu können, verfügt Alfresco über Tools zur Kommunikation und Kollaboration. Alfresco bietet Diskussionsforen, *Wikis* und *Blogs*, damit die Mitarbeiter die Möglichkeit haben, über Ideen oder Anregungen innerhalb des Projektes zu diskutieren, oder aber auch den Entwicklungsstand eines Dokumentes online zu besprechen.

Das Diskussionsforum kann im Projekt für verschiedene Themen verwendet werden, sobald es in der *Site* innerhalb von Alfresco aktiviert wurde. Das Diskussionsforum lässt sich auf dem Dashboard der *Site* unter *Mehr – Site anpassen* aktivieren. Abbildung 6.6 zeigt die Aktivierung zusätzlicher Funktionen in Alfresco. Derzeit stehen die *Dokumentenbibliothek* und *Diskussionen* zur Verfügung. Weitere Funktionen, die bisher noch nicht aktiviert wurden, sind *Kalender*, *Wiki*, *Blog*, *Links* und *Datenlisten*.

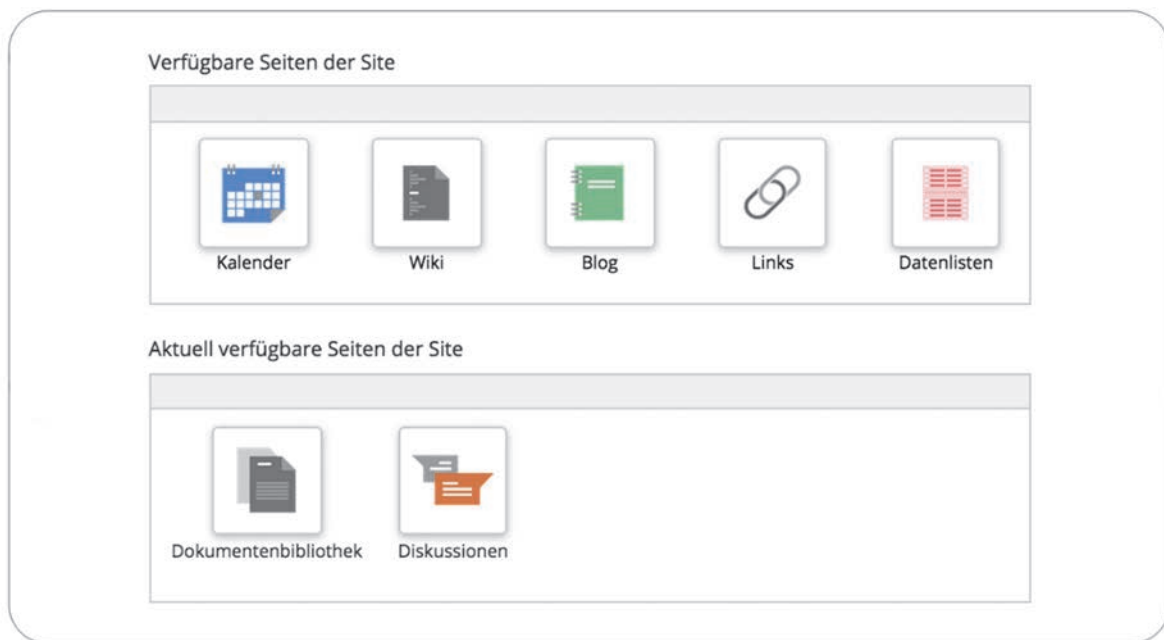


Abbildung 6.6 Verfügbare Seiten in einer Alfresco *Site*

Das Diskussionsforum kann für unterschiedliche Themen und Fragestellungen verwendet werden und ist über die Menüleiste unter dem Punkt *Diskussionen* immer in Alfresco zu erreichen (vgl. Abbildung 6.7). Abbildung 6.7 zeigt das Diskussionsforum mit einer Frage zu einem Angebot. Im oberen Bereich können weitere Themen hinzugefügt werden und der Anwender kann die Themen anhand der Filtereinstellungen *Neu*, *Aktivste*, *Alle*, *Meine Themen* sortieren. Diese Art von Diskussionsforum ist unabhängig von *Spaces* und Dokumenten.

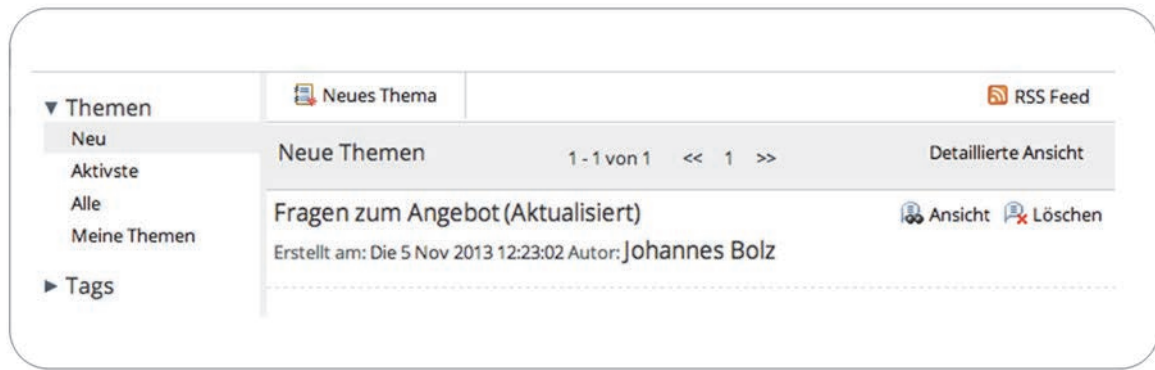
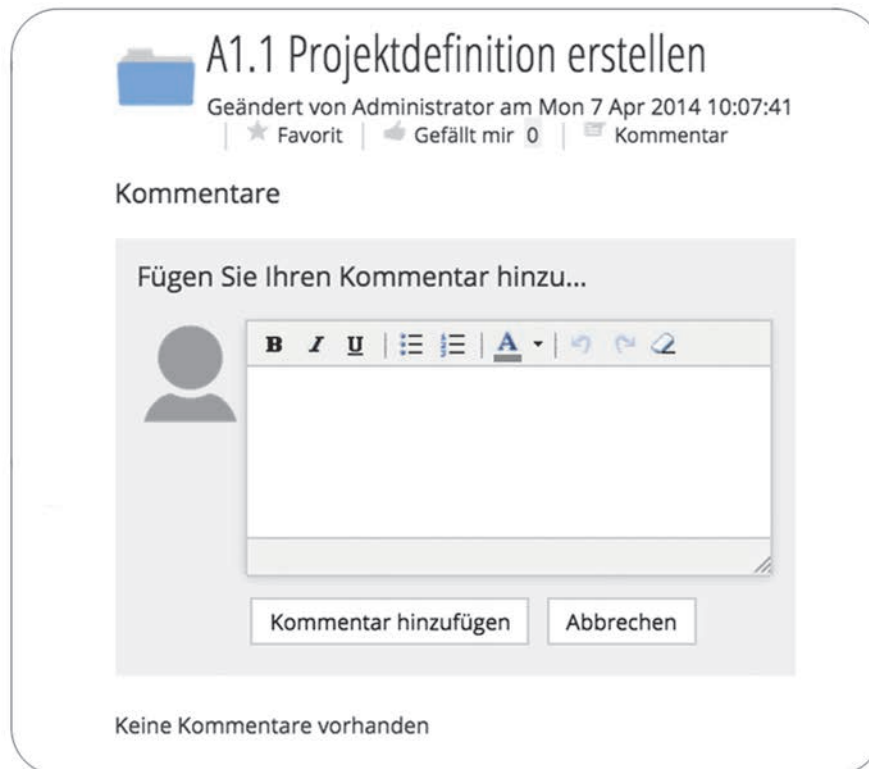


Abbildung 6.7 Kommentar im siteübergreifenden Diskussionsforum

Zusätzlich gibt es in Alfresco die Möglichkeit, eine Diskussion zu einem *Space* oder Dokument zu starten. Diese Diskussionen sind dann nicht über die Menüleiste in Alfresco zu erreichen, sondern können jeweils über den *Space* oder das Dokument aufgerufen werden (vgl. Abbildung 6.8). Ein Diskussionsforum für ein Dokument kann genutzt werden, um die Inhalte und den Fortschritt des Dokumentes zu diskutieren. In einem Diskussionsforum für einzelne Inhalte können beim Entstehungsprozess eines Dokumentes Kommentare und Anmerkungen zu Änderungen oder geplanten Modifikationen notiert werden. Abbildung 6.8 zeigt die Eingabemaske von Alfresco zur Bearbeitung eines Kommentars zu einem speziellen *Space* (hier *A1.1 Projektdefinition erstellen*).



The screenshot shows a comment input interface for a Space titled "A1.1 Projektdefinition erstellen". At the top, it indicates the Space was last modified by "Administrator" on "Mon 7 Apr 2014 10:07:41". Below this are three interactive elements: a star icon for "Favorit", a thumbs-up icon for "Gefällt mir" with a count of "0", and a speech bubble icon for "Kommentar". The main section is titled "Kommentare" and contains a text input area with the placeholder "Fügen Sie Ihren Kommentar hinzu...". To the left of the input area is a user profile icon. Above the input area is a rich text editor toolbar with icons for bold, italic, underline, bulleted list, numbered list, link, and unlink. Below the input area are two buttons: "Kommentar hinzufügen" and "Abbrechen". At the bottom of the section, it states "Keine Kommentare vorhanden".

Abbildung 6.8 Eingabemaske für einen Kommentar zu einem *Space*

Im Vergleich zum oben beschriebenen allgemeinen Diskussionsforum kann bei einem Diskussionsforum für einen *Space* oder ein Dokument nur ein Thema gestartet werden und nicht beliebig viele Themen. Sobald eine Diskussion zu einem *Space* oder Dokument beginnt, erscheint eine Zahl bei dem Kommentar (vgl. Abbildung 6.9). Diese Zahl weist auf die bereits vorhandenen Kommentare hin.



The screenshot shows the view of a Space titled "A1.1 Projektdefinition erstellen". It indicates it was last modified "vor einer Minute" by "Administrator". Below this, it shows "Keine Beschreibung" and "Keine Tags". At the bottom, there are three interactive elements: a star icon for "Favorit", a thumbs-up icon for "Gefällt mir" with a count of "0", and a speech bubble icon for "Kommentar" with a count of "2".

Abbildung 6.9 Ansicht *Space* mit Kommentaren

RSS-Feeds ermöglichen den Benutzern von Alfresco einen komfortablen Überblick über die aktuellsten Neuerungen in einem Projekt. Anstatt Alfresco nach einem neuen Kommentar oder Änderungen zu durchsuchen, kann der Benutzer die relevanten Unterbereiche von Alfresco mit einem RSS-Feed abonnieren. Jegliche Neuerung in den entsprechenden Bereichen wird dem Anwender dann in einem RSS-Reader seiner Wahl präsentiert. Der Anwender kann in Alfresco einen RSS-Feed bei den Alfresco-Funktionen *Wiki*, *Blog*, *Dokumentenablage*, *Diskussionsforum*, *meine Aktivitäten* auf dem *Dashboard* und *Site Aktivitäten* auf dem Site-Dashboard aktivieren. Abbildung 6.10 zeigt die Option eines RSS-Feeds in dem Bereich *Dokumentenablage*. Wenn der Benutzer an dieser Stelle das RSS-Icon klickt, erhält er eine Benachrichtigung in seinem RSS-Reader, sobald ein neues Dokument eingestellt, bearbeitet oder verändert wurde. In der Abbildung 6.10 wurden aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht relevante Bereiche heller abgebildet.

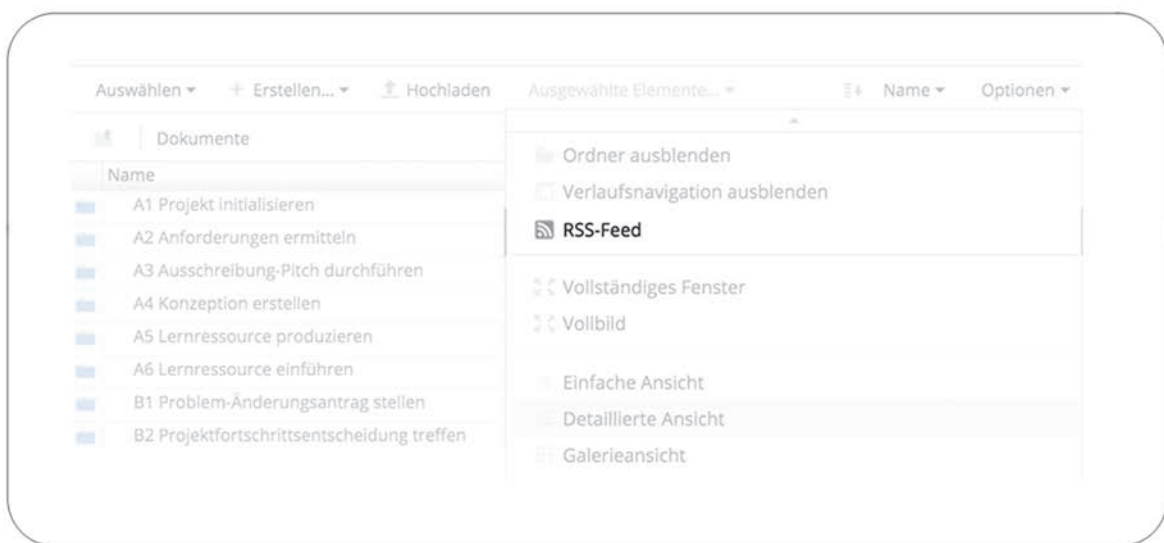
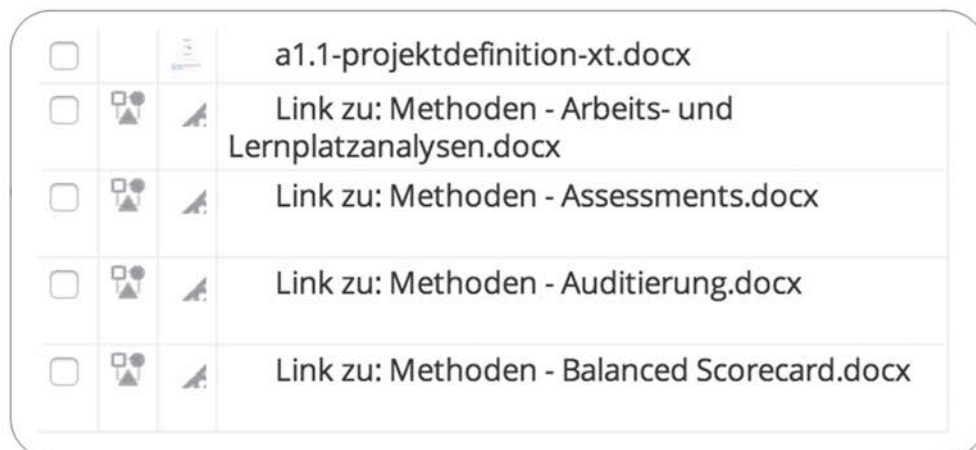


Abbildung 6.10 Alfresco RSS-Feed abonnieren

Diese Wege der Kommunikation sind allerdings als informeller und zusätzlicher Service für die Mitarbeiter anzusehen und ersetzen keine offizielle Aufgabenzuweisung über einen Workflow oder eine E-Mail-Benachrichtigung. Aus diesem Grund wird bei den relevanten Prozessen, in denen eine Entscheidung getroffen werden soll, dem Anwender jeweils eine E-Mail-Benachrichtigung geschickt. Diese E-Mail informiert den Verantwortlichen über den Arbeitsauftrag. Diese Funktion wird im Abschnitt 6.3 beschrieben.

Methoden

Bei der Erstellung der Dokumente können unterschiedliche Methoden hilfreich sein. Innerhalb von ELE^{XT} befinden sich alle Methoden in dem *Space ELEFT-Mechanism – Methoden*. Auf diesen *Space* dürfen nur Projektleiter und Projektmanager zugreifen. Es wird in der Organisation kontinuierlich an der Weiterentwicklung der Methoden gearbeitet und daher werden die Methoden lediglich als *Link* in die entsprechenden *Spaces* im Vorgehensmodell kopiert. Das garantiert, dass jedes neue Projekt immer die aktuellsten Beschreibungen der Methoden besitzt. Abbildung 6.11 zeigt den *Space Mechanism* des Prozesses *Projektdefinition erstellen*. Neben dem Template zur Erstellung der Projektdefinition (a1.1-projektdefinition-xt.docx) sind hier einige dem Prozess zugeordneten Methoden wie *Link zu: Methoden – Arbeits- und Lernplatzanalysen.docx*, *Link zu: Methoden – Assessments.docx*, *Link zu: Methoden – Auditierung.docx* und *Link zu: Methoden – Balanced Scorecard.docx* aufgelistet.



<input type="checkbox"/>		a1.1-projektdefinition-xt.docx
<input type="checkbox"/>		Link zu: Methoden - Arbeits- und Lernplatzanalysen.docx
<input type="checkbox"/>		Link zu: Methoden - Assessments.docx
<input type="checkbox"/>		Link zu: Methoden - Auditierung.docx
<input type="checkbox"/>		Link zu: Methoden - Balanced Scorecard.docx

Abbildung 6.11 ELE^{XT}-Methoden als *Links* in Alfresco

Im V-Modell^{XT} und PAS werden die zu einem Prozess zugeordneten Methoden nicht ausreichend oder gar nicht beschrieben. Aus diesem Grund wurden die meisten Methoden überarbeitet und können auf der beiliegenden CD aufgerufen werden. Abbildung 6.12 zeigt beispielhaft die Beschreibung der Methode *Auditierung*.

Auditierung

Der Begriff Auditierung bzw. Audit beschreibt die Bewertung (Assessment) eines Aspektes des Unternehmens (Auditobjekt). Dabei orientiert sich ein Audit meist an speziellen Audit-Vorgaben und dient der Qualitätssicherung. Bei einem Audit handelt es sich konkret um ein Instrument für die systematische, unabhängige und dokumentierte Untersuchung zur objektiven Feststellung qualitätsbezogener Tätigkeiten und deren Auswertung anhand der geplanten Anforderungen und Ziele (Auditkriterien). Für einen erfolgreichen Abschluss des Audits müssen bestimmte Merkmale vorhandene, und bestimmte Forderungen erfüllt sein. Dabei orientiert sich das Audit allgemein an den DIN-Normen ISO 9000 bis 9004. Dies beinhaltet nicht nur die Definition des Begriffes nach DIN EN 9000ff („Audit ist die Beurteilung der Wirksamkeit des Qualitätssicherungssystems oder seiner Elemente.“), sondern legt auch die entsprechenden Regularien zur Ausstellung eines Zertifikats mit einer Gültigkeit von drei Jahren bei „Gutbefund“ fest.

In sicherheitsrelevanten Bereichen würde ein Auditierung (Audit) als Überprüfung, und qualitative Bewertung bereits bestehender Sicherheitsmaßnahmen bezeichnet werden.

(vgl. <http://sicherheitswiki.org/wiki/Auditierung>)

Abbildung 6.12 Beschreibung der ELE^{XT}-Methode Auditierung

6.3 Unterstützung der ELE^{XT}-Qualitätssicherung durch Alfresco

Die ELE^{XT}-Qualitätssicherung beinhaltet vor allem Methoden und komplette Prozesse aus dem V-Modell^{XT}. Um die qualitätssichernden Maßnahmen aus ELE^{XT} zu gewährleisten, werden Alfresco-Prozesse verwendet. Außerdem kommen *Simple Workflows* zum Einsatz, um einige qualitätsmanagementbezogene ELE^{XT}-Prozesse abzubilden und um Arbeitsschritte automatisiert ablaufen zu lassen.

Prozesse

In der Qualitätssicherung des Vorgehensmodells ELE^{XT} existieren zwei unterschiedliche Arten, die Qualität der Produkte und Dokumente zu überprüfen. Auf der einen Seite wurde der Prozess *Projektfortschrittsentscheidung treffen* am Ende jedes Prozesses eingefügt. Abbildung 6.13 zeigt auf der linken Seite einen Ausschnitt aus dem Prozess *Anforderungen ermitteln* und auf der rechten Seite den entsprechenden Prozess *A2 Anforderungen ermitteln* in Alfresco mit den zugehörigen Unterprozessen wie *Lastenheft erstellen*, *PM und QS planen*, *Ausschreibung planen* sowie dem Unterprozess *Projektfortschrittsentscheidung treffen*. Alle Dokumente, die innerhalb der vorherigen Prozesse erstellt wurden, werden dem Lenkungsausschuss, dem AG-Projektmanager, dem AG-Projektleiter, dem AG-QS-Verantwortlichen und dem AG-KM-Verantwortlichen im Prozess *A2.4 Projektfortschrittsentscheidung treffen* zur Prüfung vorgelegt. An dieser Stelle ist die Auftragnehmerseite noch nicht involviert, da dieser in den kommenden Prozessen erst ausgewählt wird. Erfüllen die Dokumente, wie Ausschreibungskonzept, Lastenheft, Projektplan, Projekthandbuch oder QS-Handbuch, nicht die Qualitätskriterien des Projektes, so werden die Dokumente wieder automatisiert in die entsprechenden Unterordner in Alfresco kopiert und die verantwortliche Person erhält ebenfalls über Regeln eingerichtet und daher automatisch eine E-Mail über den Status der Dokumente. Teilweise sind noch die Templates und die Software des vorherigen Prozesses *Ausschreibung planen* sowie Templates und Beispiele Templates vom Prozess *Projektfortschrittsentscheidung treffen* zu sehen.

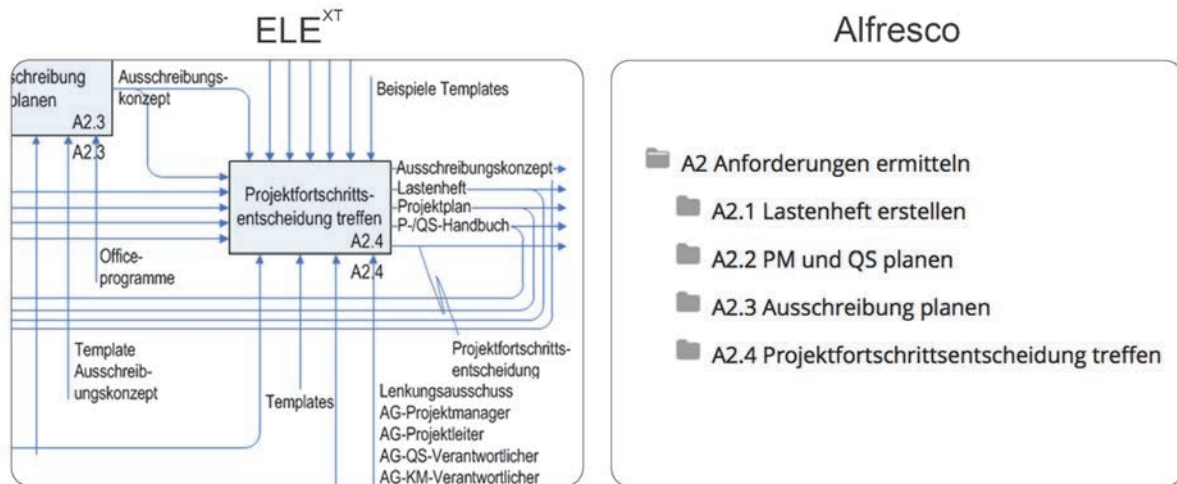


Abbildung 6.13 Projektfortschrittsentscheidung treffen im Prozess Anforderungen ermitteln

Die Qualitätssicherung ist auch ein zum Projekt parallel laufender Prozess. Deshalb kann der Prozess *Projektfortschrittsentscheidung treffen* jederzeit von einem Mitarbeiter unabhängig vom Status des Projektes durchgeführt werden. Für diesen Prozess sowie für den Prozess *Problemmeldung/Änderungsantrag stellen* wurden innerhalb von Alfresco zusätzliche *Spaces* eingerichtet. Abbildung 6.14 zeigt neben den bereits bekannten *Spaces* wie *A1 Projekt initialisieren* etc. die *Spaces B1 Problemmeldung-Änderungsantrag stellen* und *B2 Projektfortschrittsentscheidung treffen*. Da es sich bei beiden Prozessen um nicht vorhersehbare Prozesse handelt, muss zusätzlich ein *Advanced Workflow* gestartet werden.



Abbildung 6.14 B2 Projektfortschrittsentscheidung treffen

Simple Workflows

Simple Workflows werden in Alfresco über Regeln eingerichtet und sind immer an einen *Space* gebunden. Dadurch wirkt die Regel beziehungsweise der *Simple Workflow* auf alle Dateien eines *Spaces*. Die Regel kann auch so konfiguriert werden, dass diese nur auf einen bestimmten Dokumententyp zutrifft. Das Bearbeitungszustandsmodell ist ein Beispiel innerhalb von ELE^{XT}, das mit Regeln und *Simple Workflows* realisiert wurde. Dieses Modell aus dem V-Modell^{XT} verfügt über drei unterschiedliche Zustände: *in Bearbeitung*, *vorgelegt* und *fertig gestellt* (vgl. Abbildung 6.15, links). Die Dokumente, wie Lastenheft, Ausschreibungskonzept oder auch Drehbuch, durchlaufen die jeweiligen Zustände, wobei der Zustand *in Bearbeitung* für ELE^{XT} nicht übernommen wurde. Die Dokumente befinden sich innerhalb des *Spaces Output* immer im Zustand *in Bearbeitung* und müssen von den Mitarbeitern lediglich als *01 vorgelegt* deklariert werden (vgl. Abbildung 6.15, rechts). Die Änderung des Status eines Produktes erfolgt durch die Prüfung der Qualitätssicherung beziehungsweise des Lenkungsausschusses. Hierfür muss das Dokument der Qualitätssicherung vorgelegt werden. Abbildung 6.15 zeigt auf der linken Seite noch einmal das Bearbeitungszustandsmodell und auf der rechten Seite die entsprechenden *Subspaces* in Alfresco im Prozess *A2.44 Projektfortschrittsentscheidung treffen* mit den Unterordnern *01 Input*, *02 Output*, *03 Control* und *04 Mechanism*. Der Unterordner *02 Output* beinhaltet zusätzlich die *Subspaces 01 vorgelegt* und *02 fertig gestellt*. Ein *Subspace in Bearbeitung* wird nicht benötigt.

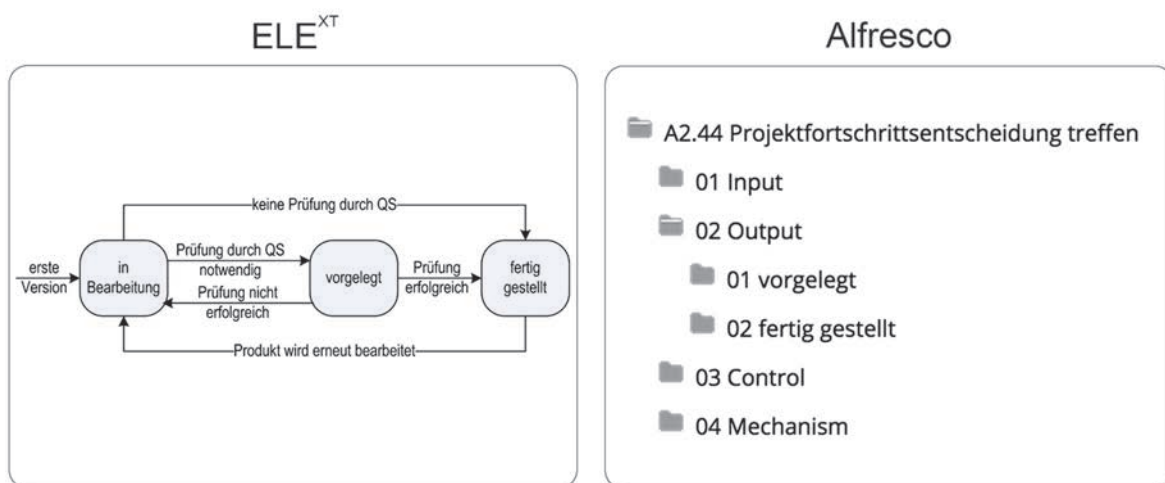


Abbildung 6.15 ELE^{XT}-Bearbeitungszustandsmodell (links) und *Subspaces* Alfresco (rechts)

Abbildung 6.16 zeigt den Vorgang des automatisierten Verschiebens am Beispiel des Vertrages, welcher der Projektleitung beziehungsweise der Qualitätssicherung vorgelegt werden kann. Dafür muss der Anwender den zur Verfügung stehenden *Simple Workflow Prüfung durch QS* wählen, und die aktuellste Version des Dokumentes wird automatisch in den Ordner *01 vorgelegt* verschoben. Im gleichen Moment, in dem das Dokument in den neuen *Subspace* verschoben wird, wird ein weiterer *Simple Workflow* ausgeführt und die verantwortliche Person erhält eine E-Mail mit der Nachricht, dass ein neues Dokument zur Prüfung vorliegt.



Abbildung 6.16 Automatisches Verschieben der Dokumente mit *Simple Workflow*

Nach erfolgreicher Prüfung wechselt das Dokument wiederum mittels eines *Simple Workflows* in den *Subspace 02 fertig gestellt* oder nach einer nicht erfolgreichen Prüfung, in den *Space*, in dem das Dokument ursprünglich erstellt wurde, damit das Dokument noch einmal überarbeitet werden kann. Bei jedem Wechsel in einen anderen Zustand also in einen *Subspace*, wird eine E-Mail-Benachrichtigung verschickt. Abbildung 6.17 stellt das Menü in Alfresco dar, in dem E-Mail-Nachrichten an verantwortliche Personen (hier AG-AN-Lenkungsausschuss) konfiguriert werden. Der Betreff lautet *Dokument liegt zur Prüfung vor* und im Nachrichtentext ist HTML-Code zusehen. Als Template wurde *notify_user_email_de.html.ftl* ausgewählt.

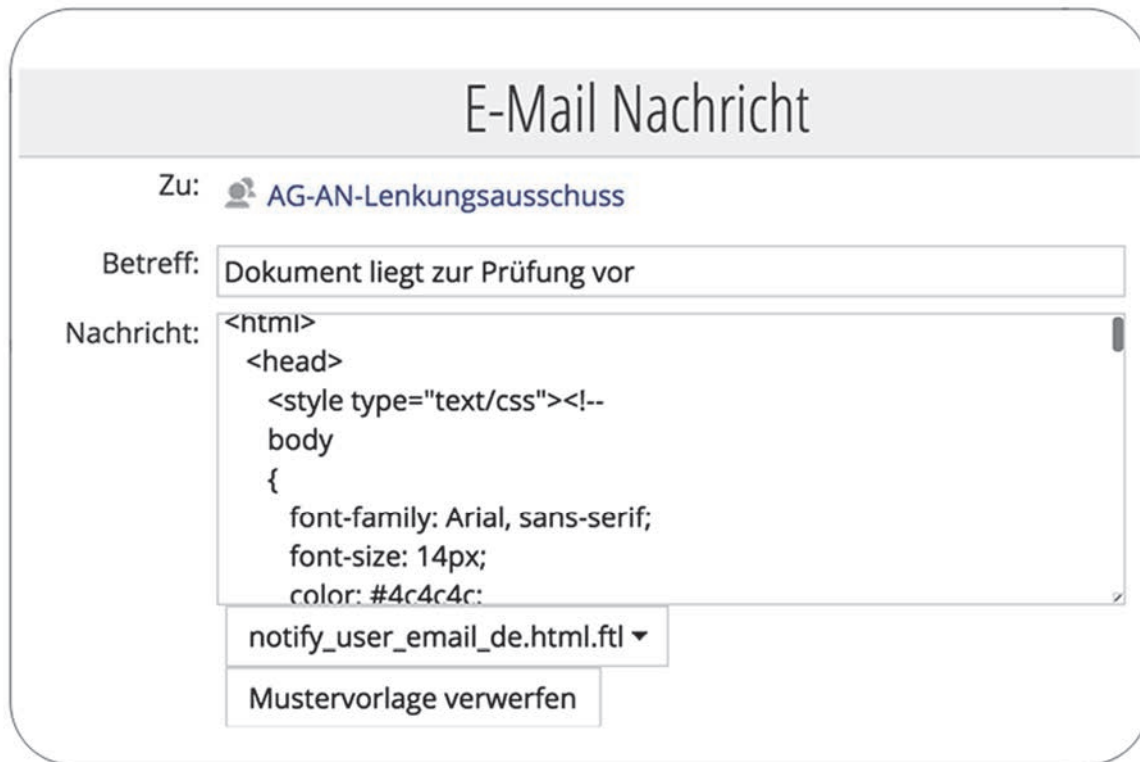


Abbildung 6.17 Versenden von automatisierten E-Mails

Diese *Simple Workflows* konnten nicht über die standardmäßige Regel in Alfresco eingerichtet werden. Für eine optimale Abbildung des Vorgehensmodells ELE^{XT} auf Alfresco wurden eigene *JavaScripts* geschrieben und als *Simple Workflow* hinterlegt. Alfresco unterstützt nicht das Kopieren oder Verschieben von Dokumenten auf Basis von relativen Pfaden (vgl. 5). Aus diesem Grund wurden die *Simple Workflows* als *JavaScript* realisiert, um die Funktion der relativen Pfade zur Verfügung zu haben. Wenn für ELE^{XT} der standardmäßige *Simple Workflow* verwendet worden wäre, hätte die Funktion des Space-Templates nicht genutzt werden können (vgl. Abschnitt Space-Template). Beim Erstellen eines neuen *Spaces* mit der Template-Funktion ändern sich auch alle Pfade innerhalb des neuen Projektes. Dadurch wären alle *Simple Workflows* mit den Pfadangaben des ursprünglichen *Spaces* im neuen *Space* durchgeführt worden. Ein kurzes Beispiel zur Verdeutlichung: Die Projektvorlage von ELE^{XT} liegt direkt im Alfresco-Stammverzeichnis. Dadurch haben alle Pfade, die auf Dateien oder *Spaces* verweisen, immer am Anfang eines jeden Pfades */ELEXT-Projektvorlagen/A0 Produktion einer E-Learning-Lernressource/*. Wird ein neues ELE^{XT}-Projekt angelegt, so ändert sich allerdings der Anfang des

Pfades von */ELEXT-Projektvorlagen/A0 Produktion einer E-Learning-Lernressource/* auf beispielsweise */Laufende Projekte/Neues Projekt/*.

Der *Space 04 Mechanism* des Prozesses *A4.1 Feinkonzept erstellen* enthält beispielsweise das Template *a4.2-feinkonzept-xt.docx*. Sobald der Anwender *Feinkonzept erstellen* klickt, wird das Dokument automatisch in den *Space 02 Output* kopiert. Kämen hier keine relativen Pfade zum Einsatz, würde der *Simple Workflow* das Template immer wieder in den *Space /ELEXT-Projektvorlagen/A0 Produktion einer E-Learning-Lernressource/A4 Konzeption erstellen/A4.1 Feinkonzept erstellen/02 Output* kopieren. Der korrekte *Space* wäre in diesem Beispiel aber */Laufende Projekt/Neues Projekt/A4 Konzeption erstellen/A4.1 Feinkonzept erstellen/02 Output*. Das angepasste *JavaScript Mechanism Feinkonzept erstellen* gewährleistet das Kopieren in den neuen *Space* mit dem aktuellen Pfad */Laufende Projekt/Neues Projekt/A4 Konzeption erstellen/A4.1 Feinkonzept erstellen/02 Output*. Das *JavaScript ist Mechanism Projektdefinition erstellen* ist als Beispiel im Anhang G zu finden. Die restlichen *JavaScripts* sind auf der CD. Dasselbe gilt für das Kopieren und Verschieben der Dokumente von einem *Space* zu einem anderen *Space*, wie beim Bearbeitungszustandsmodell. Hier existiert die gleiche Problematik und daher werden die Dokumente mithilfe von eigens erstellten *JavaScripts* verschoben und kopiert. Zwei Beispielskripte sind im Anhang G, und die restlichen Skripte wieder auf der CD zu finden.

6.4 Unterstützung des ELE^{XT}-Konfigurationsmanagements durch Alfresco

Die Wiederverwendung von bereits erstellten Inhalten und Dokumenten wird zunehmend wichtiger, da Projekte einen immer engeren Zeitrahmen haben. Innerhalb ELE^{XT} wurden Templates entwickelt, die in jedem Projekt zum Einsatz kommen können. Diese Projektdokumente, wie Projektdefinition oder Feinkonzept, werden über eine Kopierfunktion komplett beim Anlegen eines neuen Projektes übernommen. Es werden innerhalb der Projekte Endprodukte wie einzelne Grafiken, Animationen und Lernressourcen erstellt. Diese produzierten Lernressourcen lassen sich unter Umständen ebenfalls in zukünftigen Projekten einsetzen. Die Endprodukte werden in Alfresco durch eine Bearbeitung der Metadaten eingepflegt und verwaltet. Damit die Zusammenarbeit innerhalb einer Organisation und auch mit Externen reibungslos funktioniert, muss detailliert dokumentiert werden, wer wann was an einem einzelnen Dokument geändert hat. Für diese Anforderung stellt Alfresco die Versionierung von Dokumenten zur Verfügung. Diese Funktionen werden im Folgenden vorgestellt und gezeigt, wie dadurch das ELE^{XT}-Konfigurationsmanagement unterstützt wird.

Space-Templates

Die Prozesse aus dem ELE^{XT}-Vorgehensmodell für die Produktion von E-Learning-Lernressourcen müssen in jedem Projekt durchlaufen werden. Die Prozesse aus ELE^{XT} werden in Alfresco durch *Spaces* realisiert und daher ist die Struktur der *Spaces* in Alfresco identisch. Um nicht für jedes Projekt die gleiche Struktur mit den identischen Templates und den diversen Regeln sowie Rechtezuweisungen aufbauen zu müssen, kann das komplette Projekt *AO Produktion einer E-Learning-Lernressource nach ELEFT* durch ein Space-Template zuerst gespeichert und dann für jedes neue Projekt kopiert werden. Dadurch wird die komplette Struktur der *Spaces* und *Subspaces* mit allen *Links* und Inhalten übernommen. Zusätzlich werden die Regeln und die eingerichteten Zugriffsrechte der Rollen und Gruppen ebenfalls in das neue Projekt kopiert.

Um ein Space-Template zu erzeugen, das immer wieder mit allen Einstellungen kopiert werden kann, muss dieser *Space* zuerst in den *Space Company Home – Datenverzeichnis – Mustervorlagen für Arbeitsbereiche* kopiert werden. Danach steht der *Space* dem Anwender als Space-Template zum Kopieren zur Verfügung. Die Einstellung befindet sich in Alfresco unter

Erstellen – Ordner aus Mustervorlage erstellen. An dieser Stelle wird dann, wie in Abbildung 6.18 dargestellt, die Mustervorlage *A0 Produktion einer E-Learning-Lernressource nach ELEFT* angezeigt und kann ausgewählt werden.

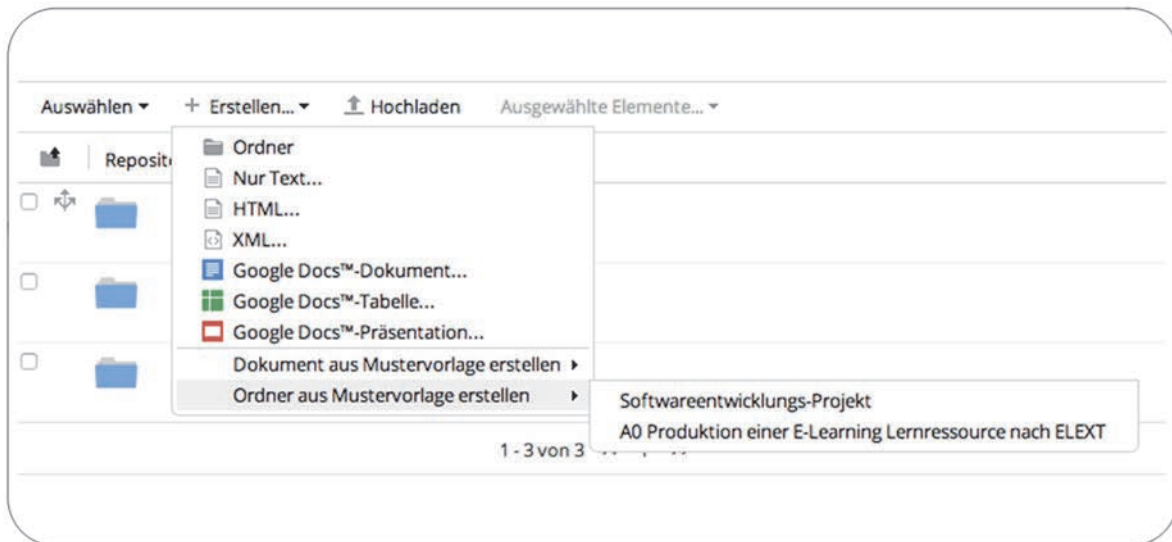


Abbildung 6.18 Alfresco Space-Template

Metadaten in Alfresco

Die Produkte aus vorherigen Projekten werden ebenfalls in einem Alfresco *Space* gesammelt. Damit die Mitarbeiter diese Produkte besser auffinden, wurde der *Space E-Learning-Lernressourcen* über *Aspekte verwalten* konfiguriert (vgl. Abbildung 6.19). Nicht relevante Menüpunkte wurden wieder heller dargestellt.

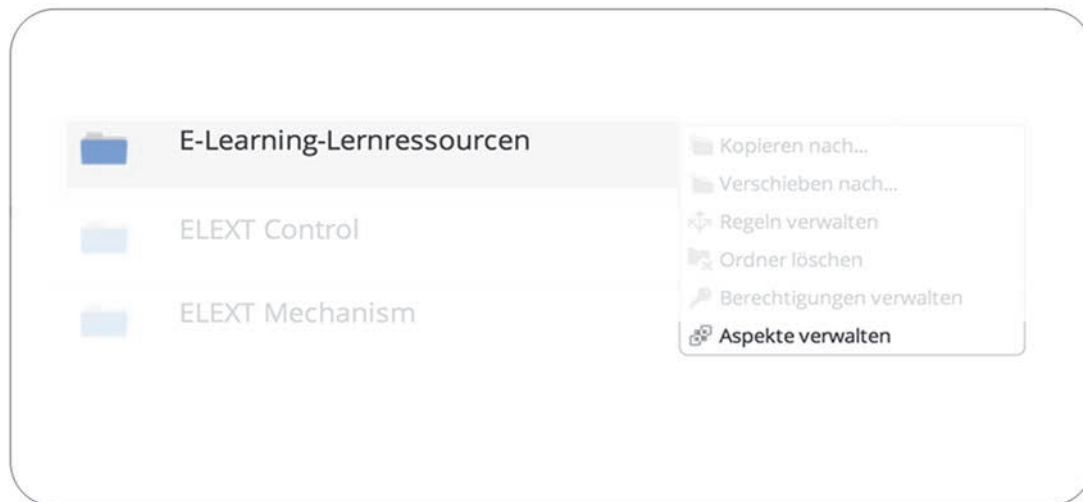


Abbildung 6.19 Alfresco Aspekte verwalten

Der *Space E-Learning-Lernressourcen* bekommt die Einstellung *Tag-fähig* in dem Menü *Aspekte auswählen* zugewiesen (vgl. Abbildung 6.20). Dadurch kann der Anwender von Alfresco neben den standardmäßigen Angaben der Eigenschaften zusätzlich *Tags* für die einzelnen E-Learning-Lernressourcen hinterlegen.

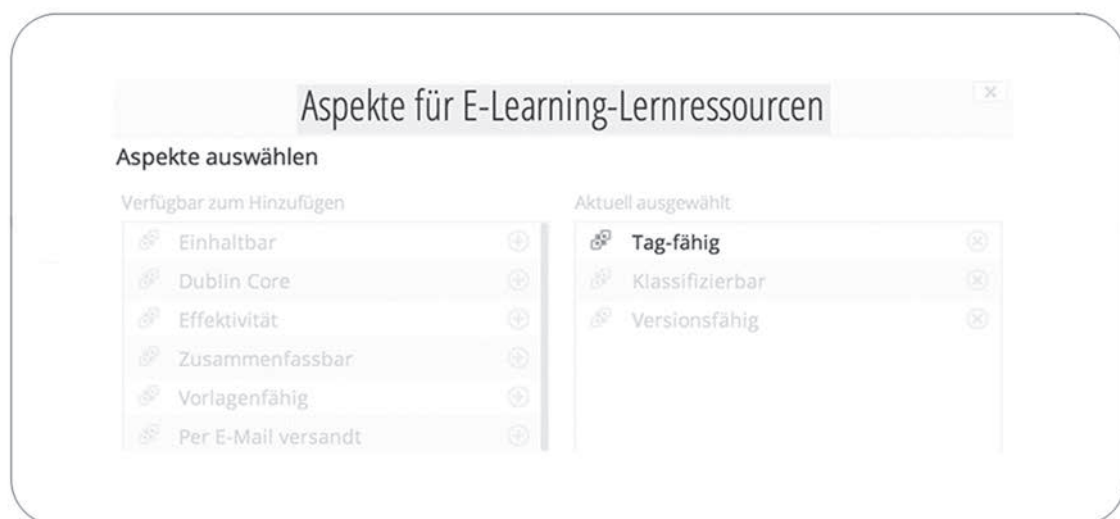


Abbildung 6.20 Alfresco Einstellung *Tag-fähig*

Abbildung 6.21 zeigt die Eigenschaftsbeschreibung einer Grafik. Neben *Name*, *Titel* und *Beschreibung* sind im unteren Bereich die *Tags* zu der Grafik zu finden. In diesem Beispiel handelt es sich um eine Grafik über den Aufbau des Herzens, daher wurde die Grafik mit den *Tags*

biologie und *grafik* beschrieben. Der Anwender kann dann aufgrund der Angaben aus den Eigenschaften oder über einen Klick auf einen Tag die passende E-Learning-Lernressource finden.

Eigenschaften bearbeiten: grafik-herz.png

Alle Eigenschaften...

Name: *
grafik-herz.png

Titel:

Beschreibung:

Tags:
biologie grafik
Auswählen

Speichern Abbrechen

Abbildung 6.21 Alfresco Eigenschaften mit *Tags* bearbeiten

Versionierung

Das Konfigurationsmanagement beinhaltet die Versionierung mit wichtigen Funktionalitäten, wie die Check-in- und Check-out-Funktionalität. Damit Dokumente innerhalb von Alfresco versionierbar sind, muss wie im Abschnitt zuvor der *Space* zuerst konfiguriert werden. Dem *Space A0 Produktion einer E-Learning-Lernressource nach ELEFT* wird der Aspekt *Versionsfähig* über *Aspekte auswählen* zugewiesen (vgl. Abbildung 6.22). Durch diese Einstellung sind alle Dokumente in dem *Space A0 Produktion einer E-Learning-Lernressource nach ELEFT* versionierbar.



Abbildung 6.22 Alfresco Einstellung *Versionsfähig*

Wie in Abbildung 6.23 dargestellt, erstellt Alfresco automatisch eine neue Version des Dokumentes, sobald eine neue Datei hochgeladen wurde. Der Anwender kann angeben, ob es sich um eine *kleinere Änderung (1.1)* oder um eine *bedeutende Änderung (2.0)* handelt. Der Anwender kann einen *Kommentar* über Änderungen an dem Dokument verfassen. Dies hat den Vorteil, dass alle Änderungen an einem Dokument nachvollziehbar sind. Ein Rückgriff auf ältere Versionen ist jederzeit möglich, indem die alte Version des Dokumentes aufgerufen wird. Ein weiterer Vorteil der Versionierung ist, dass Mitarbeiter eines Projektes die Dokumente beispielsweise nur dann bearbeiten können, wenn gerade kein anderer Mitarbeiter an dem Dokument arbeitet. Befindet sich ein Dokument gerade in Bearbeitung durch einen Mitarbeiter, ist das Dokument für alle anderen Mitarbeiter gesperrt.

The screenshot shows a dialog box titled "Dateien auf  hochladen". Below the title is a button labeled "Dateien zum Hochladen auswählen". Underneath, the "Version Information" section contains the text "Diese Version:" followed by two radio button options: "kleine Änderungen (1.1)" (which is selected) and "bedeutende Änderungen (2.0)". Below these options is a text input field labeled "Kommentare". At the bottom of the dialog is a button labeled "Abbrechen".

Abbildung 6.23 Alfresco Versionierung von Dateien

6.5 Unterstützung des ELE^{XT}-Problem- und Änderungsmanagements durch Alfresco

Das Problem- und Änderungsmanagement deckt nur wenige Prozesse ab und wird bei Bedarf ausgeführt. Die Prozesse *Problemmeldung/Änderungsantrag erstellen*, *Problemmeldung/Änderungsantrag bewerten*, *Änderungsstatusliste führen* und *Änderung beschließen* wurden in einem Prozess zusammengefasst, und erst, wenn es in einem Projekt erforderlich ist, wird dieser Prozess gestartet. Aus diesem Grund ist der Prozess *Problemmeldung/Änderungsantrag stellen* wie der Prozess *Projektfortschrittsentscheidung treffen* parallel zu den bekannten Prozessen A1–A6 angeordnet.

Advanced Workflow

Abbildung 6.24 zeigt den *Advanced Workflow ELEFT Problem- und Änderungsmanagement* mit den weiteren Angaben *Bevollmächtigter des Workflows*, *Sprachumgebung*, *Kommentar*, *Beschreibung*, *E-Mail-Benachrichtigungen senden*, *Fälligkeitsdatum des Workflows*, *Prozent abgeschlossen*, *Status*, *Priorität für den Workflow* und den relevanten Dokumenten (hier: *ax-problem-änderungsmanagement-xt.docx*). Der *Advanced Workflow ELEFT Problem- und Änderungsmanagement* wurde speziell für ELE^{XT} innerhalb von Alfresco eingerichtet und kann jederzeit durch einen Mitarbeiter gestartet werden. Der Mitarbeiter füllt dann die beschriebenen Eigenschaften aus und startet damit den Prozess zum Problem- und Änderungsmanagement.

Workflow: ELEXT Problem und Änderungsmanagement ▼ * Pflichtfelder

Bevollmächtigter des Workflows: *

Auswählen


Sprachumgebung:

Kommentar:

Beschreibung:

☐ E-Mail-Benachrichtigungen senden

Fälligkeitsdatum des Workflows:



TT/MM/JJ

Prozent abgeschlossen: *

0 ?


Status: *

noch nicht gestartet ▼

Priorität für den Workflow:

Mittel ▼ ?

Elemente:

	ax-problem-änderungsmanagement-xt.docx	⊕ Weitere Aktionen anzeigen
	Beschreibung: (Kein)	
	Geändert am: Fre 9 Jan 2015 10:24:53	⊗ Entfernen

Hinzufügen Alle entfernen

Workflow starten Abbrechen

Abbildung 6.24 *Advanced Worflow* ELE^{XT}-Problem- und Änderungsmanagement

6.6 Unterstützung der ELE^{XT}-Auftraggeber-/Auftragnehmersichten durch Alfresco

Die ELE^{XT}-Auftraggeber-/Auftragnehmersicht ist wie im V-Modell^{XT} eine essenzielle Anforderung an das Vorgehensmodell. Beide Parteien müssen Dokumente erstellen – einige Dokumente in Kooperation –, und das erfordert eine Arbeitsumgebung, die eine Zusammenarbeit unterstützt und das Arbeiten an Schnittstellendokumenten (vgl. 3.3.6) ermöglicht. Für diese gemeinschaftliche Arbeit kommen in Alfresco *Spaces* zum Einsatz, die mithilfe von Rollen und Rechten entsprechend angepasst wurden, sodass Auftraggeber und Auftragnehmer nur die für sie relevanten Dokumente sehen. Des Weiteren werden die Funktionen zur Einladung externer Benutzer verwendet, um die möglichen Auftragnehmer in Alfresco *Sites* einzuladen, und für die Aufgabenverteilung kommen *Advanced Workflows* zum Einsatz.

Spaces mit angepassten Rollen und Rechten

Abbildung 6.25 zeigt noch einmal einen Ausschnitt der Schnittstellendokumente von ELE^{XT} mit den hier wesentlichen Dokumenten *Pflichtenheft*, *Bericht über Ausschreibung*, *Vertrag* und *Projektfortschrittsentscheidung* sowie den Prozess *Ausschreibung/Pitch durchführen* mit den *Subspaces* *A3.1 AN anschreiben*, *A3.2 Angebot erstellen*, *A3.3 Angebot bewerten und auswählen*, *A3.4 Verträge abschließen*, *A3.5 Projektfortschrittsentscheidung treffen* in Alfresco. Die *Spaces* in Alfresco sind aus Auftraggeber- und Auftragnehmersicht dargestellt. In den *Spaces* *A3.1 AN anschreiben* und *A3.3 Angebot bewerten und auswählen* sind projektinterne Dokumente, und diese sollen von den potenziellen Auftragnehmerkandidaten nicht eingesehen werden. Dem Auftragnehmer genügt zur Angebotserstellung das Template für das Pflichtenheft, das sich im *Space* *A3.2 Angebot erstellen* befindet. Nachdem der Auftraggeber sich für einen Auftragnehmer entschieden hat, sollten Auftraggeber und Auftragnehmer auf die Dokumente in den *Spaces* *A3.4 Verträge abschließen* sowie *A3.5 Projektfortschrittsentscheidung treffen* zugreifen können.

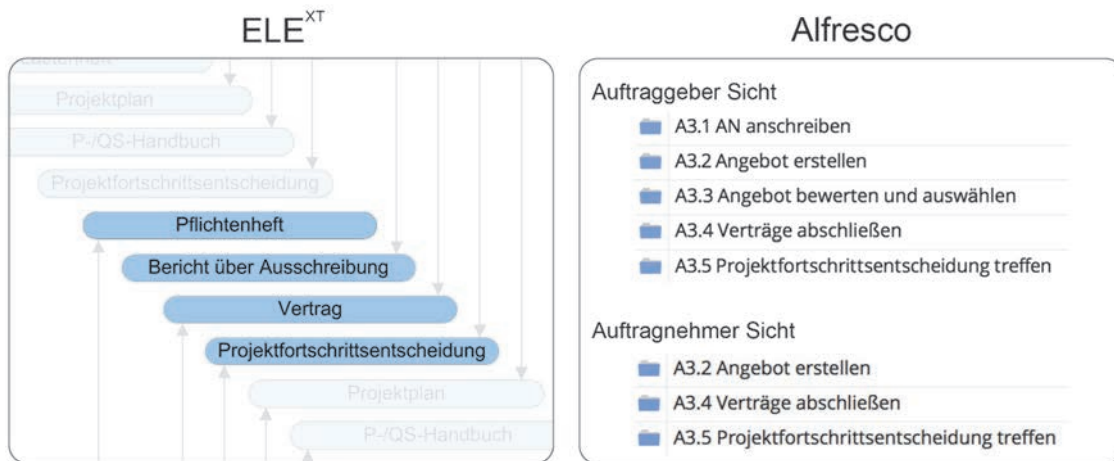


Abbildung 6.25 Auftragnehmer/Auftraggebersicht ELE^{XT} (links) und Alfresco (rechts)

Abbildung 6.26 zeigt beispielhaft, wie die *Spaces* in Alfresco konfiguriert wurden, damit die einzelnen Rollen nur diejenigen *Spaces* sehen, die für sie relevant sind. Im *Space A3.1 AN anschreiben* sollen die Auftragnehmer keine Rechte haben, und daher hat die Gruppe ELE (alle Mitarbeiter der Firma) die Rolle Verbraucher und die Projektleiter des Auftraggebers (AG-Projektleiter) haben die Rolle Mitarbeiter.

Im *Space A3.2 Angebot erstellen* benötigen die Auftragnehmer hingegen Rechte, um Dokumente wie das Pflichtenheft einzusehen. Damit die Auftragnehmer auf die Dokumente zugreifen können, wurde den Gruppen AN-Ausschreibungsverantwortlicher, AN-Mediendesigner, AN-Mediendidaktiker, AN-Projektleiter und AN-SW-Entwickler die Rolle Beitragender zugewiesen. Die ELE-Gruppen hat wieder die Rolle Verbraucher.

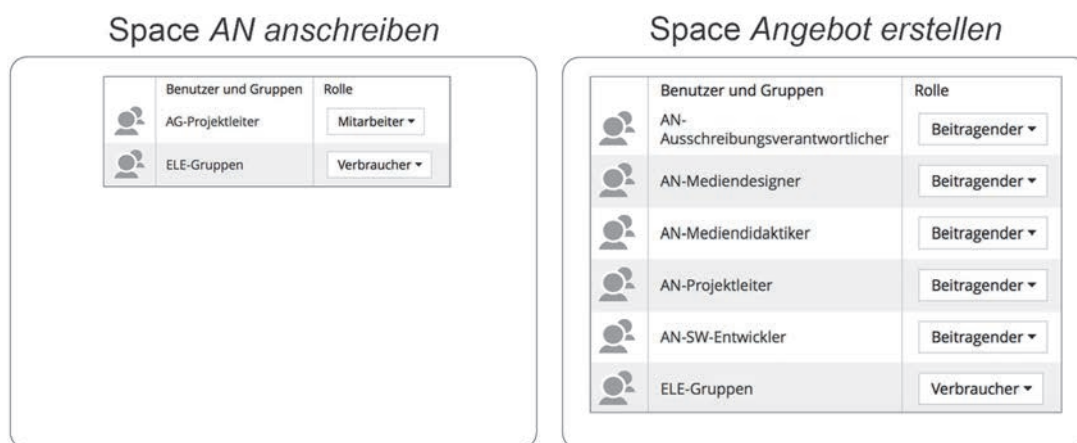


Abbildung 6.26 Spaces aus Auftragnehmer/Auftraggebersicht

Externe Benutzer

Externe Auftraggeber können für eine Angebotsabgabe in Alfresco *Site* über *Einladen – Externe Benutzer hinzufügen – Einladen* zu einer *Site* hinzugefügt werden und müssen dadurch nicht vom Administrator als Benutzer angelegt werden. Nachdem die möglichen Auftraggeber über die Funktion, wie in Abbildung 6.27 und Abbildung 6.28 dargestellt, eingeladen wurden, erhalten die eingetragenen Personen eine E-Mail mit den Anmeldedaten für Alfresco.



The screenshot shows a web form titled "...Externe Benutzer hinzufügen". It contains three input fields: "Vorname:" with the value "Birgit", "Nachname:" with the value "May", and "E-Mail:" with the value "birgit.may@gmail.com". To the right of the first field is a button labeled "Hinzufügen >>". The entire form is enclosed in a dashed rectangular border.

Abbildung 6.27 Externe Benutzer in Alfresco hinzufügen Schritt 1

Der Verwalter der *Site*, also der Projektleiter, kann selbst auswählen, mit welchen Rechten der zukünftige Auftragnehmer zu der *Site* hinzugefügt werden soll. Im Vorgehensmodell ELE^{XT} wird die Rolle Verbraucher empfohlen. Diese Information sowie weitere Anweisungen für die Einladung externer Benutzer sind im *Space Control* in dem Dokument *Anleitung – Einladen der möglichen Auftragnehmer* hinterlegt.

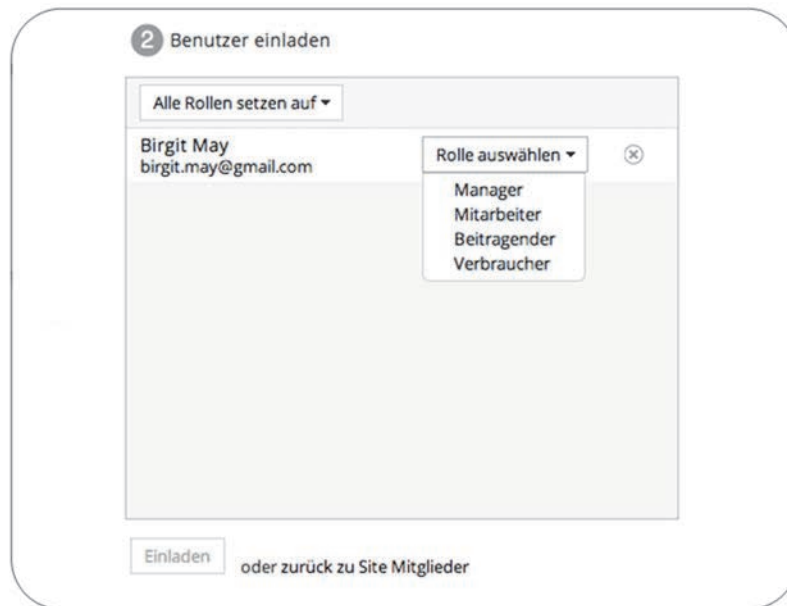


Abbildung 6.28 Externe Benutzer in Alfresco hinzufügen Schritt 2

Advanced Workflows

Advanced Workflows bieten in Alfresco die Möglichkeit, Aufgaben zu verteilen. Der Auftraggeber kann Auftragnehmern mit einem *Advanced Workflow* dazu auffordern, bis zu einem bestimmten Datum ein Angebot abzugeben. Dieser *Advanced Workflow* wird an ein bestimmtes Dokument gekoppelt. Bei Bedarf können von der Auftraggeberseite noch weitere Informationen hinzugefügt werden. In diesem Beispiel (vgl. Abbildung 6.29) wurde der *Advanced Workflow* *ELEXT Angebot einholen* mit dem Dokument *a3-pflichtenheft-xt.docx* ausgeführt. Der Workflow beinhaltet die Felder *Sprachumgebung*, *Kommentar*, *Beschreibung*, *E-Mail-Benachrichtigungen senden* und *Fälligkeitsdatum*. Der Workflow ist bisher zu 0 % abgeschlossen und der Status ist gerade *noch nicht gestartet*. Die Priorität wird als *mittel* eingestuft. Der Workflow *ELEXT Angebot einholen* wurde für ELE^{XT} auf Alfresco eingerichtet und kann jederzeit von einem Anwender des Vorgehensmodells aufgerufen werden.

Workflow: **ELEXT Angebot einholen** ▼ * Pflichtfelder

Bevollmächtigter des Workflows: *
Birgit May (birgit_may)

Sprachumgebung:

Kommentar:

Beschreibung:
 ?

☒ E-Mail-Benachrichtigungen senden

Fälligkeitsdatum des Workflows:

TT/MM/

Prozent abgeschlossen: *
 ?

Status: *
 ▼

Priorität für den Workflow:
 ▼ ?

Elemente:

a3-pflichtenheft-xt.docx
Beschreibung: (Kein)
Geändert am: Mit 7 Jan 2015 09:08:20

Abbildung 6.29 Der Advanced Workflow ELE^{XT} Angebot einholen zur Angebotserstellung

7 ELE^{XT} und Alfresco in Aktion: Der Kurs *E-Learning-Engineering*

In diesem Kapitel wird das Prozessmodell ELE^{XT} im realen Einsatz getestet. Zuerst werden die Inhalte des Kurses *E-Learning-Engineering* mit dem Vorgehensmodell ELE^{XT} und Unterstützung von Alfresco erstellt, dann auf der Zielplattform Moodle⁵ umgesetzt. Hierfür wird für jeden ELE^{XT}-Prozess (*Projekt initialisieren, Anforderungen ermitteln* etc.) exemplarisch ein Dokument gezeigt und die Implementierung der relevanten Konzepte (Projektmanagement, Qualitätssicherung etc.) wird in Alfresco dargestellt.

⁵ Als Zielplattform hätte jedes beliebige Lernmanagementsystem wie beispielsweise Ilias oder StudIP zur Anwendung kommen können.

7.1 Der Kurs *E-Learning-Engineering* in ELE^{XT}, Alfresco und Moodle

Abbildung 7.1 zeigt in einem Überblick die Voraussetzungen und Systeme, die zu einem fertigen Kurs in Moodle führen. Das Vorgehensmodell zur Produktion einer E-Learning-Lernressource nach ELE^{XT} beinhaltet im Wesentlichen Prozesse, Dokumente, Templates, Rollen und Methoden. Das vollständig beschriebene Vorgehensmodell führt den Anwender durch die Produktion der E-Learning-Lernressource. Ohne eine werkzeugmäßige Unterstützung wäre das komplexe Vorgehensmodell ELE^{XT} kaum zu bewältigen. Aus diesem Grund trägt Alfresco durch seine Funktionen wie Workflows, Rollen, Rechte, *Spaces* und Kommunikation zu einer einfachen Umsetzung von ELE^{XT} bei. Die E-Learning-Lernressourcen werden dann mithilfe der Lernplattform Moodle realisiert (vgl. Abbildung 7.1). Um eine effektive und effiziente Produktion des Kurses zu gewährleisten, wird das Vorgehensmodell ELE^{XT} zur Erstellung der E-Learning-Lernressourcen verwendet, Alfresco unterstützt die Projektabläufe. Der eigentliche Kurs, die Lektionen, die Lernobjekte, die Informationsobjekte und die Medienobjekte werden dann in einem Moodle-Kurs umgesetzt. Würde der Kurs gleich in Moodle umgesetzt, gäbe es kein planmäßiges Vorgehen und dem Anwender würden wiederverwendbare Ressourcen wie Templates fehlen.

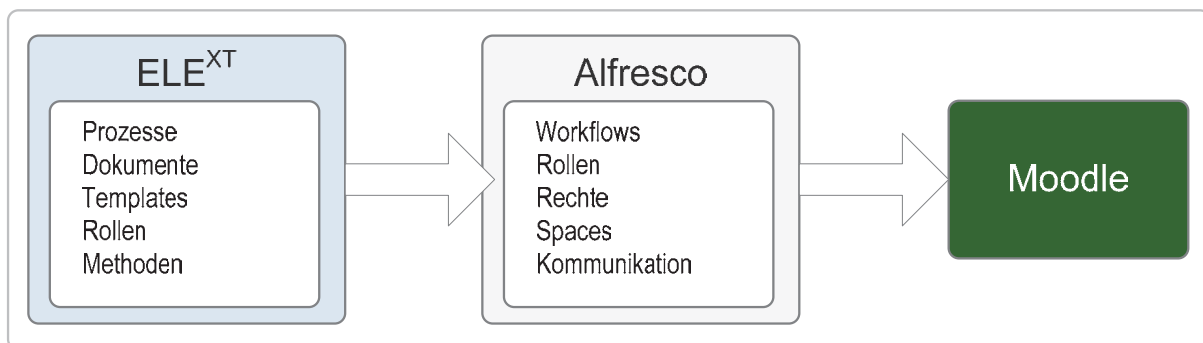


Abbildung 7.1 Zusammenhang ELE^{XT}, Alfresco und Moodle

Abbildung 7.2 zeigt den hierarchischen Aufbau des Kurses *E-Learning-Engineering* in Alfresco. Die Lektionen sind *01 E-Learning*, *02 Vorgehensmodelle*, *03 Lernen mit Medien*, *04 Medienobjekte für E-Learning-Engineering*, *05 Didaktisierung von E-Learning-Lernressourcen*, *06 Alfresco*, *07 Moodle* und *08 Das Vorgehensmodell ELEXT*. Die Lektion *03 Lernen mit Medien* ist hier mit den Lernobjekten *01 Kognitionspsychologische Grundlagen*, *02 Cognitive Load Theory*

(CLT) und *03 Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML)* dargestellt. Das Lernobjekt *01 Kognitionspsychologische Grundlagen* besitzt die Informationsobjekte *01 Das Sensorische Gedächtnis*, *02 Das Arbeitsgedächtnis*, *03 Das Langzeitgedächtnis* und *04 Duale Codierung*. Im *Space 04 Duale Codierung* befinden sich die Medienobjekte *Text 1*, *Text 2* und *Animation über den Verlauf der Dualen Codierung*, die in der Abbildung 7.2 nicht zu sehen sind. Die Lektion 3 ist an dieser Stelle detaillierter dargestellt und aufgeklappt, da einige Beispiele aus dieser Lektion entnommen werden.

Der Kurs E-Learning-Engineering

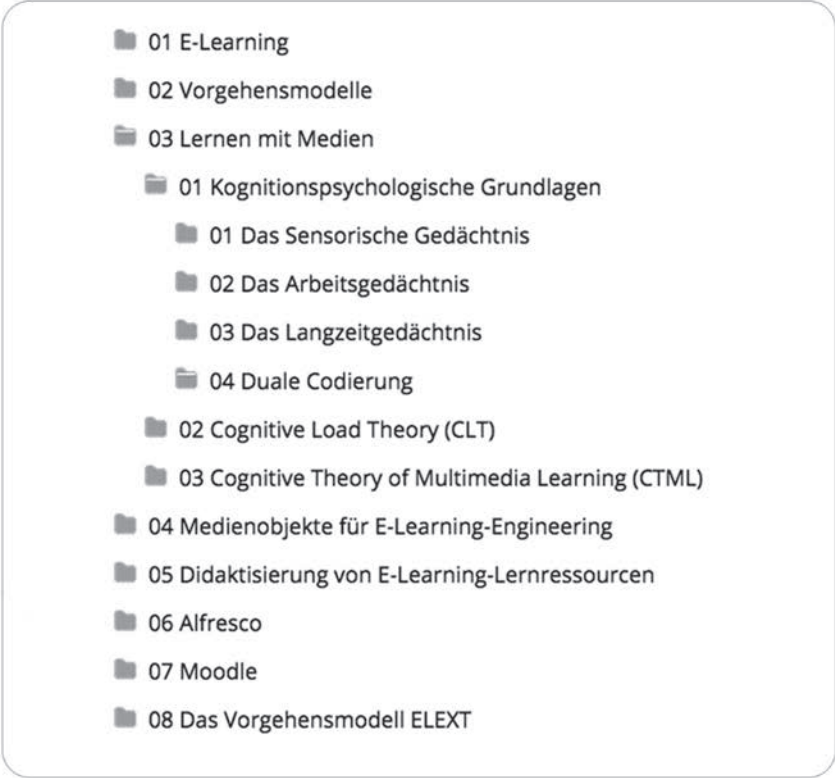
- 
- 01 E-Learning
 - 02 Vorgehensmodelle
 - 03 Lernen mit Medien
 - 01 Kognitionspsychologische Grundlagen
 - 01 Das Sensorische Gedächtnis
 - 02 Das Arbeitsgedächtnis
 - 03 Das Langzeitgedächtnis
 - 04 Duale Codierung
 - 02 Cognitive Load Theory (CLT)
 - 03 Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML)
 - 04 Medienobjekte für E-Learning-Engineering
 - 05 Didaktisierung von E-Learning-Lernressourcen
 - 06 Alfresco
 - 07 Moodle
 - 08 Das Vorgehensmodell EEXT

Abbildung 7.2 Hierarchischer Aufbau und Zusammenhang der Kursstruktur in Alfresco

Zum besseren Verständnis der Abläufe innerhalb von Alfresco wurde folgendes Fallbeispiel entwickelt: In der Firma für Weiterbildung Eduosis Digitale sollen in Zukunft Schulungsmaterialien in Form von E-Learning dargeboten werden. Um eine effektivere Erstellung der Inhalte bei den Mitarbeitern zu gewährleisten, sollen diese im E-Learning-Engineering geschult wer-

den. Die relevanten Stakeholder sind die Mitarbeiter der Firma Eduosis Digitale, die Teilnehmer der Weiterbildungsmaßnahmen sowie Partner der Firma Eduosis Digitale. Die Schulung soll als E-Learning-Kurs konzeptioniert und produziert werden, sodass die Mitarbeiter von Eduosis Digitale sich die Grundlagen selbst erarbeiten können. Durch das Angebot von Weiterbildungsmaßnahmen in Form von E-Learning erhofft sich Eduosis Digitale ein Alleinstellungsmerkmal gegenüber der Konkurrenz und dadurch einen Marktvorteil. Der Kurs soll innerhalb von sieben Monaten entstehen und hat einen finanziellen Rahmen von 87 000 Euro. Eine Übersicht der Rollen und konkreten Verantwortlichen seitens des Auftraggebers und seitens des Auftragnehmers können dem Anhang F entnommen werden.

In den folgenden Abschnitten wird jeweils zuerst das Dokument, das im weiteren Verlauf als Beispiel dient, beschrieben und danach wesentliche Konzepte aus ELE^{XT} anhand von diesem Dokument erläutert. Wie in Abbildung 7.3 zu sehen ist, wird in den Abschnitten 7.2–7.6 der Fokus auf ELE^{XT} und Alfresco liegen. Abschnitt 7.7 beinhaltet Moodle und den Kurs *E-Learning-Engineering* in Moodle.



Abbildung 7.3 Zusammenhang ELE^{XT}, Alfresco und Moodle mit Fokus auf ELE^{XT} und Alfresco

7.2 E-Learning-Engineering: *Projekt initialisieren*

Für die Erstellung des Kurses E-Learning-Engineering werden alle Phasen des ELE^{XT}-Prozessmodells durchlaufen und es entsteht eine Auftraggeber-/Auftragnehmer-Situation. In einem ersten Schritt erstellt der Auftraggeber eine Projektdefinition, um intern erste Ideen und Rahmenbedingungen bezüglich des Projektes zu fixieren.

7.2.1 Projektdefinition als *Output*

Die Projektdefinition wird in diesem Abschnitt nur als Beispiel verwendet, um die Umsetzung des Prozesses *Projekt initialisieren* zu erläutern. Innerhalb des Prozesses *Projekt initialisieren* entstehen weitere Dokumente, die an dieser Stelle aber nicht beschrieben werden. In unserem Beispiel hat Johannes Bolz, der Projektleiter im Unternehmen Eduosis Digitale, eine neue Projektidee und möchte diese formulieren. Damit es in die Abläufe des Unternehmens passt, ruft er das Repository innerhalb von Alfresco auf und beginnt damit, den Prozess *01 Projekt initialisieren* zu bearbeiten. Im *Space 01 Projekt initialisieren* befinden sich die *Subspaces A1.1 Projektdefinition erstellen* und *A1.1 Projektdefinition prüfen*. Johannes Bolz sieht lediglich den *Space A1.1 Projektdefinition erstellen*, da in diesem Ordner die Gruppe Projektleiter, der Johannes Bolz angehört, Zugriffsrechte erhalten hat (vgl. Abbildung 7.4).

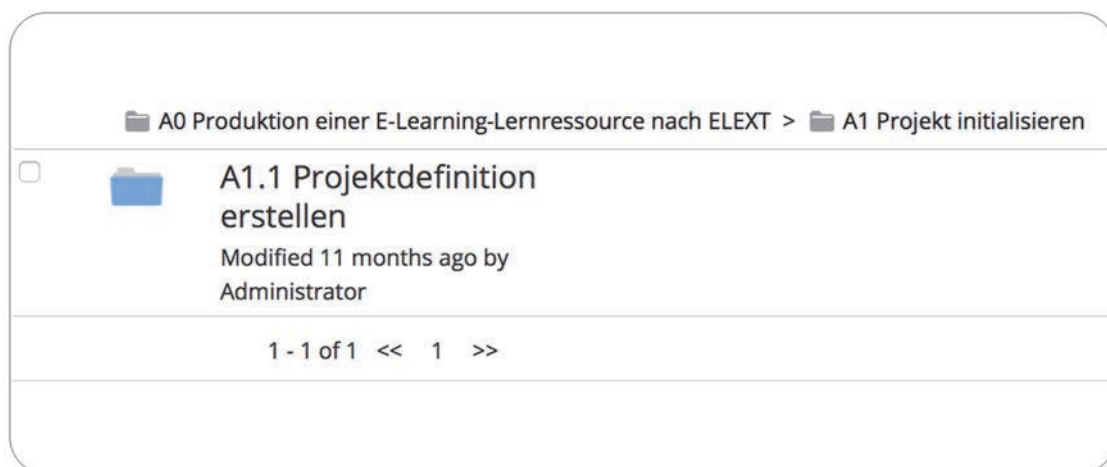


Abbildung 7.4 *A1 Projekt initialisieren* aus Sicht eines Projektleiters in Alfresco

Die Projektdefinition basiert auf einem Template, das es dem Anwender erleichtert, das Dokument zu erstellen. Um aus dem Template ein Dokument zu erstellen, das bearbeitbar ist,

führt Johannes Bolz im *Space 04 Mechanism* den *Simple Workflow Projektdefinition erstellen* aus (vgl. Abbildung 7.5). Dadurch wird das Dokument *a1.1-projektdefinition-xt* automatisch in den Ordner *02 Output* kopiert.

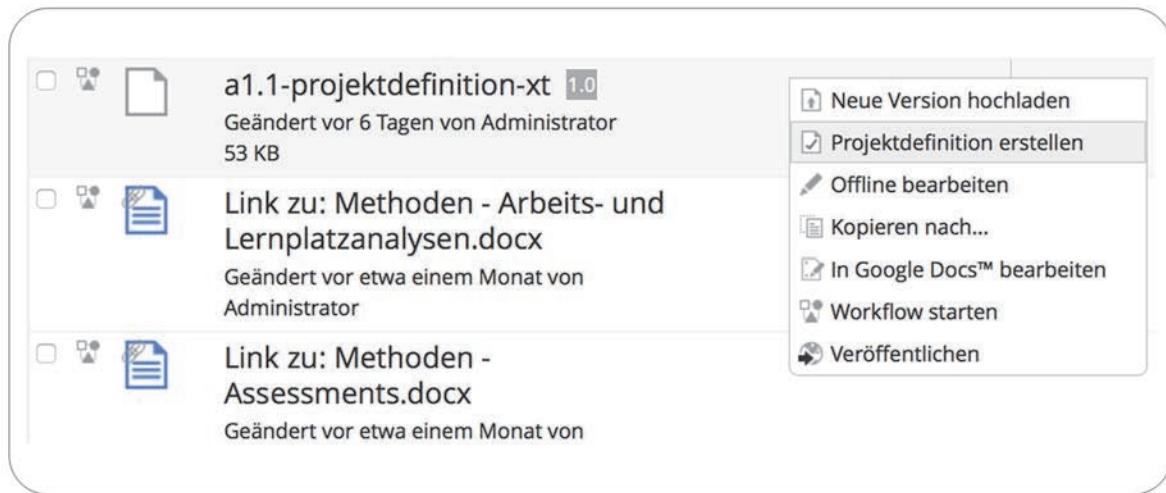


Abbildung 7.5 A1 Projektdefinition erstellen mit Simple Workflow und JavaScript in Alfresco

Das Template beinhaltet Themen wie Allgemeine Ausgangslage, Projektziele, Chancen und Risiken, Qualitätsziele sowie Termin-/Budgetplanung. Das Template bietet nicht nur ein Gerüst für inhaltliche Aspekte, sondern unterstützt den Autor und seine Mitwirkenden auch in organisatorischen Belangen, wie bei der Nennung der Verantwortlichen für das Dokument (vgl. Abbildung 7.6). Wie in Abbildung 7.6 ersichtlich, ist das einstige Template bereits an das tatsächliche Projekt angepasst worden. Der Projektname wurde ausgefüllt, das Logo wurde eingefügt und die Verantwortlichen des Dokumentes sowie die weiteren Mitwirkenden wurden eingetragen. Ein Änderungsverzeichnis oder Versionierung wie bei den Templates von ELE^{XT} ist nicht notwendig, da die Änderungen in Alfresco dokumentiert werden und Benutzer Kommentare innerhalb von Alfresco hinzufügen können.

Eduosis Digitale

– Projektdefinition –

HINWEIS: Text in [] muss gelöscht beziehungsweise soll ersetzt werden!

Verantwortlicher	Johannes Bolz
Mitwirkende	Lisa Schilp

Projektdefinition

Allgemeine Ausgangslage

In der Firma für Weiterbildung Eduosis Digitale sollen in Zukunft die Inhalte in Form von E-Learning angeboten werden. Um eine effiziente Erstellung der Inhalte bei den Mitarbeitern zu gewährleisten, sollen im Bereich des E-Learning-Engineering

Abbildung 7.6 Projektdefinition aus dem Projekt Eduosis Digitale

7.2.2 Projektdefinition unter dem Projektmanagement

Bei dem ersten Prozess *A1 Projekt initialisieren* werden die Rechte so eingerichtet, dass nur die Projektleiter und Projektmanager im Unternehmen Zugriff auf diesen Ordner haben. Zum Vergleich ist im Folgenden, die IDEF0-Darstellung aus dem Vorgehensmodell ELE^{XT} zu sehen. Die Rollen Projektleiter beziehungsweise Projektmanager sind den Prozessen entsprechend zugeordnet und erhalten im Alfresco durch eine angepasste Rollenkonfiguration Berücksichtigung. Nicht relevante Informationen sind heller abgebildet (vgl. Abbildung 7.7).

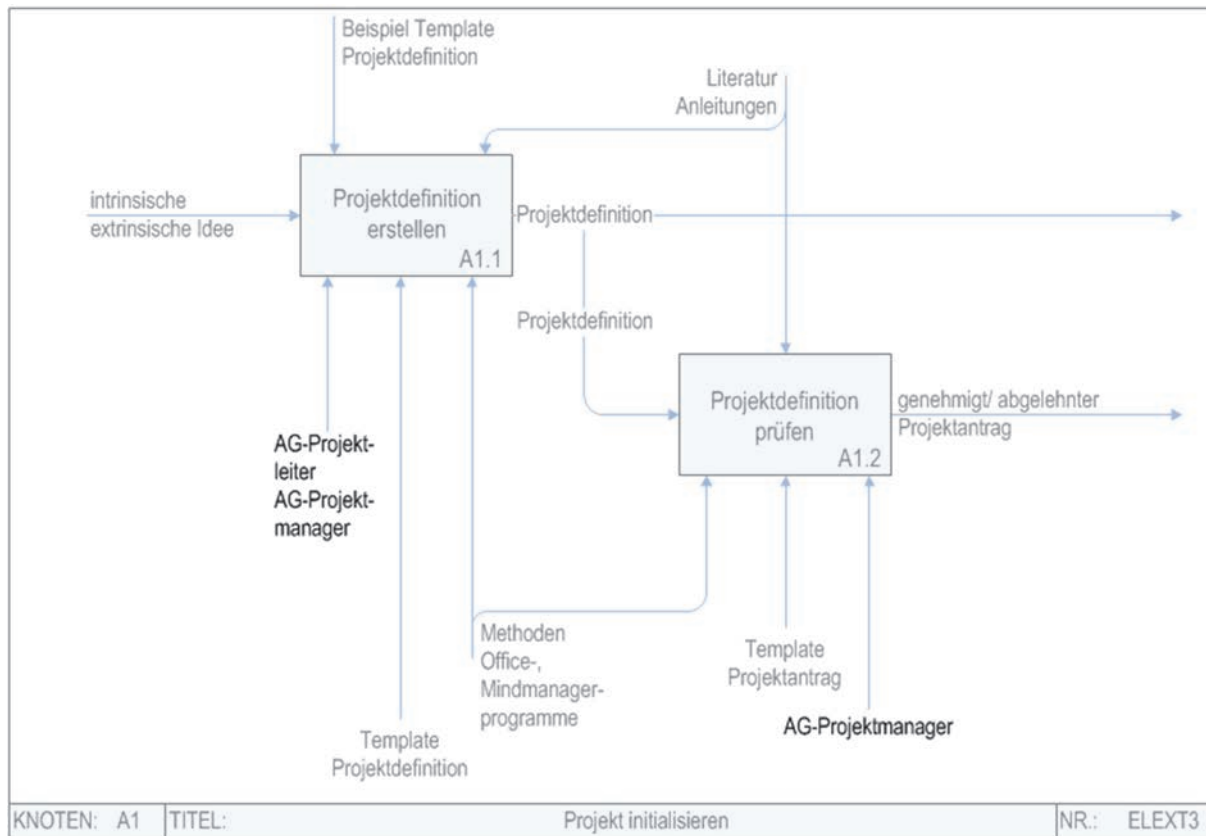
Abbildung 7.7 IDEF0: A1 Projekt initialisieren aus ELE^{XT}

Abbildung 7.8 zeigt die Berechtigungen auf den *Space A1 Projekt initialisieren*. In diesem *Space* wurde die Vererbung von Berechtigungen unterbrochen und stattdessen haben die Alfresco-Gruppen AG-Projektleiter und AG-Projektmanager mit der Rolle *Beitragender* Zugriff auf den *Space*.

Berechtigungen verwalten: A1 Projekt initialisieren

Lokal eingestellte Berechtigungen ⊖ Berechtigungen erben Benutzer/Gruppe hinzufügen

Benutzer und Gruppen	Rolle	Aktionen
 AG-Projektleiter	Beitragender ▼	
 AG-Projektmanager	Beitragender ▼	

Abbildung 7.8 Berechtigungen im *Space A1 Projekt initialisieren* in Alfresco

Danach wurden die Rechte auf die *Subspaces A1.1 Projektdefinition erstellen* und *A1.2 Projektdefinition prüfen* wie in der folgenden Abbildung angepasst. Im *Subspace A1.1 Projektdefinition erstellen* haben *AG-Projektleiter* und *AG-Projektmanager* die Rolle *Beitragender* (vgl. Abbildung 7.9).



Berechtigungen verwalten: A1.1 Projektdefinition erstellen		
Geerbte Berechtigungen		<input checked="" type="checkbox"/> Berechtigungen erben Benutzer/Gruppe hinzufügen
	Benutzer und Gruppen	Rolle
	AG-Projektleiter	Beitragender
	AG-Projektmanager	Beitragender

Abbildung 7.9 Berechtigungen im *Space A1.1 Projektdefinition erstellen* in Alfresco

Im *Subspace A1.2 Projektdefinition prüfen* hat nur die Rolle *AG-Projektmanager* die Rolle *Beitragender* (vgl. Abbildung 7.10). Dadurch hat die Projektleitung nur Zugriff auf den *Subspace A1.1 Projektdefinition erstellen* und sieht nicht den *Subspace A1.2 Projektdefinition prüfen*.


Berechtigungen verwalten: A1.2 Projektdefinition prüfen		
Lokal eingestellte Berechtigungen		<input type="radio"/> Berechtigungen erben Benutzer/Gruppe hinzufügen
	Benutzer und Gruppen	Rolle
	AG-Projektmanager	Beitragender ▼
		Aktionen

Abbildung 7.10 Berechtigungen im *Space A1.2 Projektdefinition prüfen* in Alfresco

Damit die Rollenanpassungen auch eine Wirkung haben, müssen die Mitarbeiter, wie Johannes Bolz, in die ELE^{XT}-Gruppe AG-Projektleiter hinzugefügt werden (vgl. Abbildung 7.11). Abbildung 7.11 zeigt die Gruppenzuweisung in Alfresco. Links sind die für ELE^{XT} eingerichteten Gruppen wie AG-AN-Anwender, AG-AN-Lenkungsausschuss etc. zu sehen und auf der rechten Seite die Benutzer, die der ausgewählten Gruppen angehören, hier Johannes Bolz.

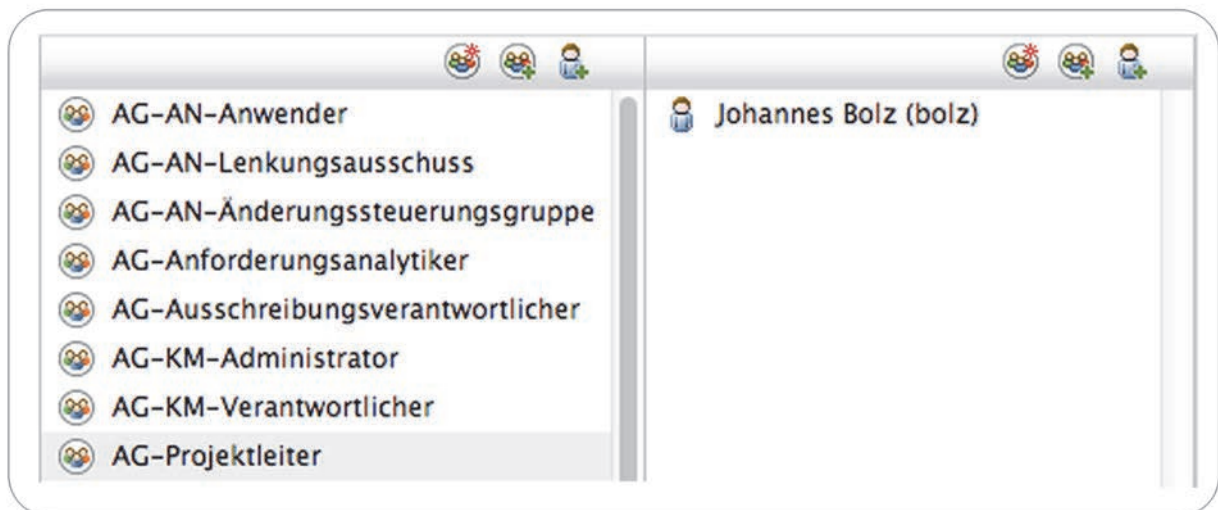


Abbildung 7.11 Zuweisung Benutzer zu einer Gruppe in Alfresco

7.3 E-Learning-Engineering: *Anforderungen ermitteln*

Die Projektdefinition muss in dem Prozess *Anforderungen ermitteln* zu einem Lastenheft ausgearbeitet werden. Das Lastenheft ist Grundlage zur Einholung von Angeboten und dadurch auch für den folgenden Prozess *Pitch/Ausschreibung durchführen* von Bedeutung. Im Lastenheft werden Ideen, inhaltliche Dimensionen und Qualitätsrichtlinien seitens des Auftraggebers festgelegt. In einem separaten Dokument müssen Termine und Rahmenbedingungen für die Ausschreibung festgelegt werden. Das Lastenheft ist nur ein Dokument von vielen, die während des Prozesses *Anforderungen ermitteln* produziert werden, und dient als Beispiel, um die Abläufe in Alfresco zu erläutern.

7.3.1 Lastenheft als *Output*

Das Lastenheft hat hohe Qualitätsansprüche und beruht daher ebenfalls auf einem Template. Angebote werden auf Basis des Lastenheftes eingeholt, dadurch bestimmt das Lastenheft auf eine prägnante Weise den weiteren Verlauf des Projektes. Das Lastenheft weist eine ähnliche Struktur wie die Projektdefinition auf. Wiederkehrende Elemente sind die anfänglichen Angaben über den Verantwortlichen des Dokumentes und Mitwirkende. Die inhaltlichen Themen sind neben Analysen eine Beschreibung des Projektes, Meilensteine, Beschreibung des Kurses, Didaktisches E-Learning-Szenario, Rahmenbedingungen, Device, Referenzprojekte, Materialien-/Quellensammlung, Technische Konzeption, Lieferumfang, Abnahmekriterien, Beschreibung der Lektionen sowie Analyse der Zielgruppe. Die Analysen wie Analyse des externen Kontexts, der personellen Ressourcen, der Ausstattung, eine Analyse des organisatorischen und institutionellen Kontextes liegen im optimalen Fall aufgrund von vorangegangenen Projekten bereits vor oder müssen zu diesem Zeitpunkt für das Lastenheft erstellt werden. Abbildung 7.12 zeigt das Lastenheft und im oberen Bereich der Abbildung die Beschreibung der Lektion *E-Learning*. Die Lektion *E-Learning* wird im *Überblick zur Lektion* kurz beschrieben. Im unteren Bereich der Abbildung ist ein Ausschnitt aus der Lektion *Vorgehensmodelle* zu sehen. Angaben über Kognitive Prozesse, Umfang der Lektion, Ergebnissicherung und E-Learning-Methoden schließen die Beschreibung der Lektionen im Lastenheft ab.

Beschreibung der Lektionen		
Kopieren Sie diese Tabelle entsprechend den Lektionen, die Sie für Ihre E-Learning-Lernressource benötigen und beschreiben Sie die Inhalte der Lektion mithilfe der Tabelle.		
Lektion Nr.:	1	Umfang: 90 min.
Name der Lektion E-Learning		Ergebnissicherung <input type="checkbox"/> Keine <input checked="" type="checkbox"/> Übung <input type="checkbox"/> Prüfung
Übersicht zur Lektion Als Einführung in den Kurs gibt es eine Lektion zu E-Learning im Allgemeinen mit den diversen Begriffen die neben E-Learning existieren und eine Abgrenzung zu anderen Begriffen wie hybrides Lernen etc. Technologien, die beim E-Learning zum Einsatz kommen sollen erläutert werden.		
Lernobjekte	Kognitiver Prozess	E-Learning Methode
<ul style="list-style-type: none"> Begriffsvielfalt E-Learning und Definitionen E-Learning 	1	2
<ul style="list-style-type: none"> Problem- und Änderungsmanagement Auftraggeber- /Auftragnehmersicht DIN Prozessmodell Aufbau PAS Referenzmodell zur Beschreibung Referenzmodell für die E-Learning Produkte ELQ 	2	8
Zusammenfassung der Lektion Der Teilnehmer kennt das V-Modell ^{XT} und PAS. Die Lektion schließt mit einer Übung.		E-Learning Methode 1 Virtuelles Brainstorming 2 Online-Diskussion 3 Online-Beratung 4 Online-Mindmapping 5 D. Modellrekonstruktion 6 Online PQ4R-Methode 7 Virt. Think-Pair-Share 8 Online-Vortrag

Abbildung 7.12 Lastenheft aus dem Projekt Eduosis Digitale aus ELE^{XT}

7.3.2 Lastenheft unter dem Konfigurationsmanagement

Innerhalb von Alfresco wird das Konfigurationsmanagement durch eine automatische Versionierung unterstützt. Abbildung 7.13 zeigt den Versionsverlauf des Lastenheftes mit Angaben zur aktuellen Version des Dokumentes und darüber, welche Personen wann an dem Dokument gearbeitet haben. Diese Information steht dem Anwender im Alfresco zur Verfügung, wenn das Dokument mit der Check-in- und Check-out-Funktion bearbeitet wurde. Des Weiteren

ren können die Mitarbeiter bei jeder Änderung entscheiden, ob es sich um eine kleine Änderung handelt und die Version sich dann beispielsweise von 1.2 auf 1.3 ändert. Eine große Änderung würde bedeuten, dass sich die Versionsnummer auf 2.0 aktualisiert. Bei jeder Aktualisierung des Dokumentes kann der Mitarbeiter auch einen Kommentar hinterlassen (vgl. Abbildung 7.13).

Wie in Abbildung 7.13 dargestellt, hat Johannes Bolz 24 Stunden zuvor das Dokument bearbeitet, ohne einen Kommentar zu hinterlassen, und kurz darauf die Version 1.1. generiert, indem er vorhandene Analysen in das Dokument kopiert hat. 19 Stunden zuvor wurden Lektionen von Veronika Stettler, Lehrende in diesem Projekt, zu dem Dokument hinzugefügt und als Version 1.2 hochgeladen. Daraufhin hat Benjamin Stuck, Fachdidaktiker, in der Version 1.3 die Didaktik innerhalb der Lektionen überarbeitet.

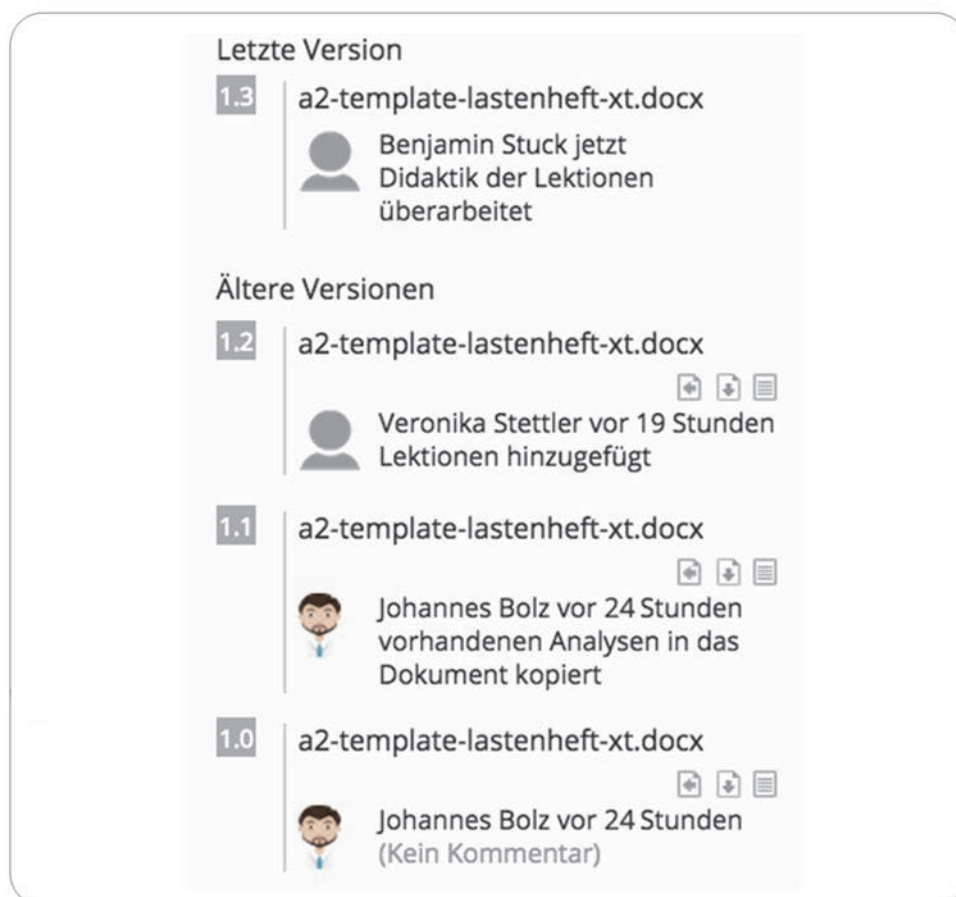


Abbildung 7.13 Lastenheft unter dem Konfigurationsmanagement in Alfresco

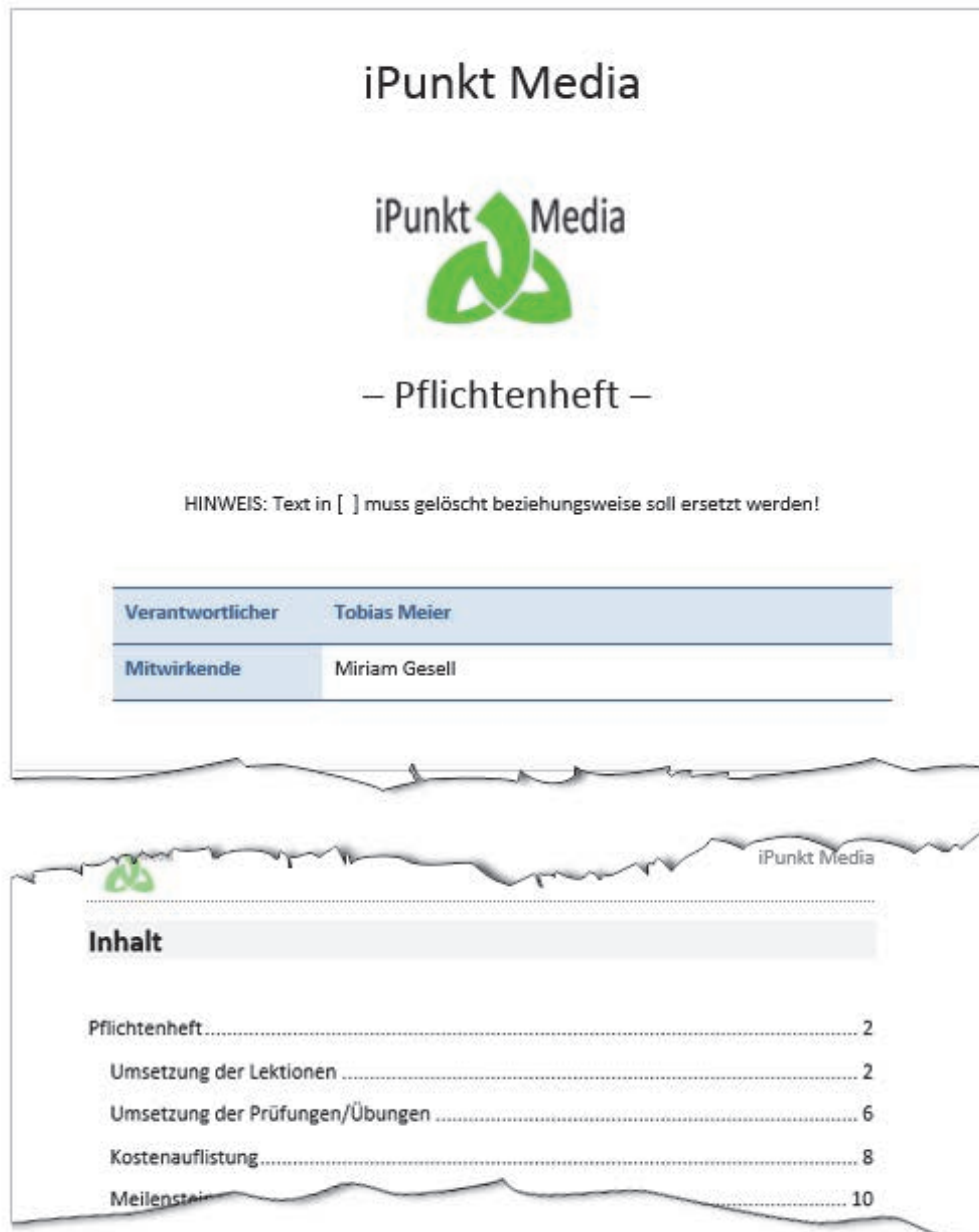
7.4 E-Learning-Engineering: *Ausschreibung/Pitch durchführen*

Bei größeren Projekten wird häufig zur Unterstützung eine Firma mit ihrer Expertise hinzugezogen. Falls ein zusätzlicher Auftragnehmer zum Projekt hinzugefügt wird, ist eine Aufteilung in eine Auftragnehmer- und eine Auftraggebersicht notwendig. Im Folgenden wird zuerst das Dokument Pflichtenheft beschrieben, um danach anhand des Pflichtenheftes und des Vertrages aufzuzeigen, wie innerhalb von Alfresco mit dem Problem- und Änderungsmanagement umgegangen wird. An dieser Stelle wird anhand des Pflichtenheftes und Vertrages exemplarisch für die anderen Dokumente, die innerhalb des Prozesses *Ausschreibung/Pitch durchführen* entstehen, das Problem- und Änderungsmanagement verdeutlicht.

7.4.1 Pflichtenheft als *Output*

Das Pflichtenheft ist die Grundlage für den Vertrag. Das Pflichtenheft wird vom Auftragnehmer erstellt. In diesem Dokument beschreibt der Auftragnehmer, wie er die Anforderungen und Ziele aus dem Lastenheft umsetzen möchte und welche Lösungswege er für diese Umsetzung sieht. Haben alle potenziellen Auftragnehmer ein Pflichtenheft und Angebot erstellt, so wird die Ausschreibung mittels des Ausschreibungskonzeptes evaluiert. In dem Ausschreibungskonzept sind die Kriterien zur Prüfung der Pflichtenhefte und Angebote hinterlegt. Nach der Entscheidung für einen der Auftragnehmer wird in einer gemeinsamen Zusammenarbeit der Vertrag mit allen Lieferbedingungen und Abnahmekriterien festgeschrieben. Hierbei dient das Pflichtenheft als Grundlage für den Vertrag oder kann im optimalen Fall komplett als Vertrag übernommen werden. Teile aus dem Projekthandbuch und dem QS-Handbuch sind ebenfalls Bestandteile des Vertrages.

Die Firma iPunkt Media und somit einer der potenziellen Auftragnehmer hat das Pflichtenheft zum Teil ausgefüllt. Tobias Meier und Miriam Gesell haben die Umsetzung der Lektionen, der Prüfungen/Übungen, die Kostenauflistung und die Meilensteine bearbeitet und das Logo der Firma eingefügt (vgl. Abbildung 7.14).

Abbildung 7.14 Pflichtenheft von iPunkt Media aus ELE^{XT}

7.4.2 Vertrag unter Problem- und Änderungsmanagement

Nach der Finalisierung des Vertrages sind die Produkte und Leistungen fix definiert und müssen von Auftragnehmerseite eingehalten werden. Kommt es zu Änderungen bei dem Funktionsumfang oder den zu erbringenden Leistungen, muss seitens des Auftragnehmers oder Auftraggebers eine Problemmeldung beziehungsweise ein Änderungsantrag gestellt werden. Im Lenkungsausschuss wird dann beschlossen, ob dieser Antrag angenommen werden kann oder ob es aufgrund der Änderung zu einem Mehraufwand, also zu einer Kostensteigerung kommt.

Das Gleiche gilt für die Auftraggeberseite: Stellt der Auftraggeber fest, dass beispielsweise eine Lerneinheit inhaltlich erweitert werden muss, beantragt dies der Auftraggeber in einem Änderungsantrag. Dieses Vorgehen dient dem Schutz beider Parteien, damit ein festgeschriebener Leistungsumfang nicht erweitert werden kann. Die Änderungen können im Laufe des ganzen Projektes beantragt werden. Für den Ablauf des Prozesses gibt es einen im Alfresco vordefinierten *Advanced Workflow*.

An dieser Stelle soll nur auf das im Workflow vorhandene Template eingegangen werden, mit- samt einem bereits ausgefüllten Beispiel zum besseren Verständnis. Die Dokumente stehen innerhalb von Alfresco zur Verfügung und der Mitarbeiter muss das Template vor beziehungs- weise bei dem Initiieren des Workflows ausfüllen. Das Template ist in die Hauptbereiche *Beschreibung des Problems/der Änderung*, *Behebung des Problems/der Änderung* und *Stellung- nahme zum Lösungsansatz* eingeteilt. Der Bereich *Beschreibung des Problems/der Änderung* beinhaltet die Informationen über den Titel des Problems, den Antragsteller mit Name, Tele- fonnummer und E-Mail-Adresse, den betroffenen Bereich der Änderung mit den Angaben über Kapitel und Seite, Ursache sowie eine detaillierte Beschreibung. Im Hauptbereich *Behe- bung des Problems/der Änderung*, der in der Abbildung 7.15 nicht zu sehen ist, stehen die Informationen über den Verantwortlichen, der das Problem lösen kann, mit Namen, Telefon und E-Mail-Adresse, wann das Problem dem Verantwortlichen zugeordnet wurde, ein erstes Datum, bis wann es behoben sein soll, sowie eine erste Einschätzung über den Aufwand in Form von Zeit und/oder Geld, gefolgt von einem Vorschlag zur Behebung des Problems. Unter *Stellungnahme zum Lösungsansatz* befindet sich eine Liste der verschiedenen Rollen, die bei der Lösung beteiligt sein könnten, das ebenfalls in Abbildung 7.15 nicht zu sehen ist. Ob der Problem- und Änderungsantrag genehmigt wird, entscheidet der Lenkungsausschuss.

Das Template für eine Problemmeldung/Änderungsantrag wurde unter den oben bereits auf- geführten angegebenen Informationen ausgefüllt. Antragsteller ist Ille Abt, die Projektmana- gerin von Eduosis Digitale, die Firma des Auftraggebers des Projektes. Der Kurs wurde um die Lektion *Kognitionspsychologische Grundlagen* erweitert, die in dem ersten Entwurf und in dem bisherigen Vertrag nicht vorgesehen war. Diese Fakten notiert Ille Abt im ersten Haupt- bereich. Verantwortlich für eine kurze inhaltliche Beschreibung der Lektion sind seitens Edu- osis Digitale Ille Abt, Johannes Bolz, Veronika Stettler, Lisa Schilp, Erik Likamakki und Benjamin Stuck. Diese Informationen sind auf der Abbildung nicht mehr zu sehen. Das Team von iPunkt

Media und Miriam Gesell, Slawek Sobczak, Marianne Schneider, Annika Kivistö, Gosia Ostrowska und Perter Austerlitz muss eine Abschätzung über den Mehraufwand zur Produktion dieser Lektion erarbeiten. Für die zusätzliche Lektion innerhalb des Projektes wird ein Mehraufwand von einem Monat – hauptsächlich in der Konzeptions- und Produktionsphase – geschätzt. Auch diese Informationen sind in Abbildung 7.15 nicht dargestellt, aber auf der CD zu finden.

Problemmeldungs-/Änderungsantrag	Ausgefüllter Antrag
Logo	
Beschreibung des Problems/der Änderung	Beschreibung des Problems/der Änderung
Beschreibung des Problems/der Änderung	Beschreibung des Problems/der Änderung
Titel des Problems	Vertragszusatz
Antragsteller (Name, Tel., E-Mail)	Ille Abt, -755, abt@eduoasis-digitale.de
Betroffener Bereich (Kapitel, Seite)	Vertragsdokument vertrag-final-v.3.0.pdf, im Kapitel 3.0, S. 23
Ursache	Die Lektion <i>Kognitionspsychologische Grundlagen</i> soll zusätzlich erstellt und in den Kurs integriert werden.
Detaillierte Beschreibung	Innerhalb der Lektion 3 (Lernen mit Medien) soll in einem weiteren Unterkapitel kognitionspsychologische Grundlagen behandelt werden und hier im Detail die

Abbildung 7.15 Template für Problemmeldung/Änderungsantrag mit Beispiel aus ELE^{XT}

7.4.3 Pflichtenheft unter Auftraggeber-/Auftragnehmersicht

Die Auftragnehmer erhalten mit dem Lastenheft vom Auftraggeber Informationen über den Umfang des Projektes. Intern und nicht öffentlich für die potenziellen Auftragnehmer existieren weitere Dokumente, die eine Auswertung der Angebote vorsehen. In diesen Dokumenten sind Kriterien zur Auswertung der Angebote festgehalten, wie die Gewichtung des Preises im Vergleich zur Qualität sowie der Umfang des Angebotes. Das interne Dokument zur Angebotsauswertung soll für die Auftragnehmer nicht einsehbar sein. Außerdem dürfen Mitarbeiter

der Auftraggeberseite die Dokumente bearbeiten, wohingegen die Mitarbeiter der Auftragnehmerseite die Dokumente in einem finalen, nicht mehr bearbeitbaren Format vorfinden sollen. An dieser Stelle kommen ebenfalls die Rollen- und Rechteverwaltung und die automatische Konvertierung von Dokumenten in Alfresco zum Einsatz. Die *Spaces* wurden wie unter Abschnitt 7.2.2 in Alfresco beschrieben mit den entsprechenden Rollen konfiguriert. Dokumente, die für die Mitarbeiter des Auftraggebers sichtbar und im bearbeitbaren Word-Format vorliegen, sieht ein Mitarbeiter der Auftragnehmerseite entweder nicht oder es liegt lediglich im unveränderbaren PDF-Format vor. Des Weiteren wird die Angebotseinholung mit einem *Advanced Workflow* realisiert.

Abbildung 7.16 zeigt den *Advanced Workflow* über die Angebotseinholung in Alfresco. Die Bevollmächtigte des Workflows ist Miriam Gesell und das Angebot soll bis zum 15.11.2014 abgegeben werden. Sobald Miriam Gesell sich bei Alfresco angemeldet hat, sieht sie unter *Meine Aufgaben* die aktive Aufgabe *Bitte Angebot abgeben*.

The screenshot shows a web form titled "Bevollmächtigter des Workflows: *". Below the title, there is a user selection field showing "Miriam Gesell (miriam_gesell)" with an "Auswählen" button. The form includes several input fields: "Sprachumgebung:" (empty), "Kommentar:" (empty), and "Beschreibung:" (containing "Bitte Angebot abgeben" with a question mark icon). There is a checkbox labeled "E-Mail-Benachrichtigungen senden". At the bottom, there is a date field for "Fälligkeitsdatum des Workflows:" showing "15.11.2014" with a calendar icon.

Abbildung 7.16 Alfresco *Advanced Workflow* – Einholung eines Angebotes Teil 1

Neben dem Template für das Pflichtenheft wurde in dem *Advanced Workflow* auch das Anschreiben hinterlegt. Der *Advanced Workflow* hat bis jetzt den Status *noch nicht gestartet* und eine mittlere Priorität. Bestandteile des *Advanced Workflows* sind die Dokumente *a3-pflichtenheft-xt.docx* und *a3-anschreiben-xt.docx* (vgl. Abbildung 7.17).

Prozent abgeschlossen: *

0 ?



Status: *

noch nicht gestartet

Priorität für den Workflow:

Mittel ?

Elemente:

	a3-pflichtenheft-xt.docx Beschreibung: (Kein) Geändert am: Die 10 Feb 2014 14:32:20	+ Weitere Aktionen anzeigen ✖ Entfernen
	a3-anschreiben-xt.pdf Beschreibung: (Kein) Geändert am: Fre 20 Mär 2014 14:45:58	+ Weitere Aktionen anzeigen ✖ Entfernen

Hinzufügen Alle entfernen

Abbildung 7.17 Alfresco *Advanced Workflow* – Einholung eines Angebotes Teil 2

7.5 E-Learning-Engineering: *Konzeption erstellen*

Bisher wurden bereits einige Ziele beschrieben und ein Funktions- und Leistungsumfang wurde definiert. Es fehlt aber noch die konkrete inhaltliche Ausarbeitung der Lerneinheiten. Diese Ausarbeitung findet im Prozess *Konzeption erstellen* statt. In den folgenden Abschnitten wird wieder exemplarisch an einem Dokument dargestellt, wie der Ablauf innerhalb von Alfresco aussieht und wie die Dokumente in Alfresco entstehen. Der Prozess *Konzeption erstellen* produziert mehr Dokumente als nur das Drehbuch, das hier als Beispiel fungiert.

7.5.1 Drehbuch als *Output*

Feinkonzept und Drehbuch bauen aufeinander auf und sind voneinander abhängig. Zuerst wird im Feinkonzept die Kursstruktur definiert und Inhalte der Kurseinheiten werden beschrieben. Ideen zum Medieneinsatz, wie beispielsweise wann Bilder angezeigt werden oder auch Texte beziehungsweise Animationen zur besseren Verdeutlichung eines Fachinhaltes zum Einsatz kommen sollen, werden ebenfalls im Feinkonzept festgehalten. Die Navigationsstruktur entsteht im Feinkonzept mit der Angabe, ob es sich um eine lineare, eine hierarchische oder eine vernetzte Struktur handelt. Es kann ein Flussdiagramm zur besseren Verdeutlichung der Navigation oder eine einfache Baumstruktur erstellt werden. Wichtig ist an dieser Stelle, dass bereits Angaben über die Art der Seite gemacht werden, d. h. darüber, ob es sich um eine Inhaltsseite, eine Verteilerseite (Menü- beziehungsweise Inhaltsverzeichnisseite) oder um eine Seite mit Lernaktivitäten handelt. Im Drehbuch werden dann die einzelnen Seiten mit den Medien im Detail beschrieben und gezeichnet, genaue Vorstellungen werden mittels Zeichnungen beziehungsweise Scribbles oder anderen Hilfsmitteln illustriert. Das Drehbuch verdeutlicht mit genauen Zeichnungen der einzelnen Seiten, wie die Lerneinheit aufgebaut ist. Das Feinkonzept mit dem Drehbuch dient als Grundlage für den folgenden Prozess der Produktion der tatsächlichen Medien. Zumeist werden die Medien nicht von den gleichen Personengruppen erstellt. Daher muss das Feinkonzept der Medien so detailliert beschrieben sein, dass jeder beliebige Grafiker, der nichts mit dem Projekt zu tun hat, diese Medien erstellen kann.

In Abbildung 7.18 ist eine Zeichnung der geplanten Animation für Lektion 03 *Lernen mit Medien* zu sehen. Im Template Drehbuch wurden Informationen zur Lektion (*Lernen mit Medien*)

und zum Informationsobjekt (*Kognitionspsychologische Grundlagen*) ausgefüllt. In der Mitte ist eine Skizze mit den *Kognitionspsychologischen Grundlagen* zu sehen. *Multimediale Präsentationen* sowie *sensorisches Gedächtnis* wurden bereits detaillierter gezeichnet. Bei dem *Arbeitsgedächtnis* ist die Skizze noch nicht ganz vollständig und das *Langzeitgedächtnis* fehlt noch komplett. Die Bereiche Text/Quellen sowie Audiotext/Audioquellen/weitere Medien fehlen noch komplett.

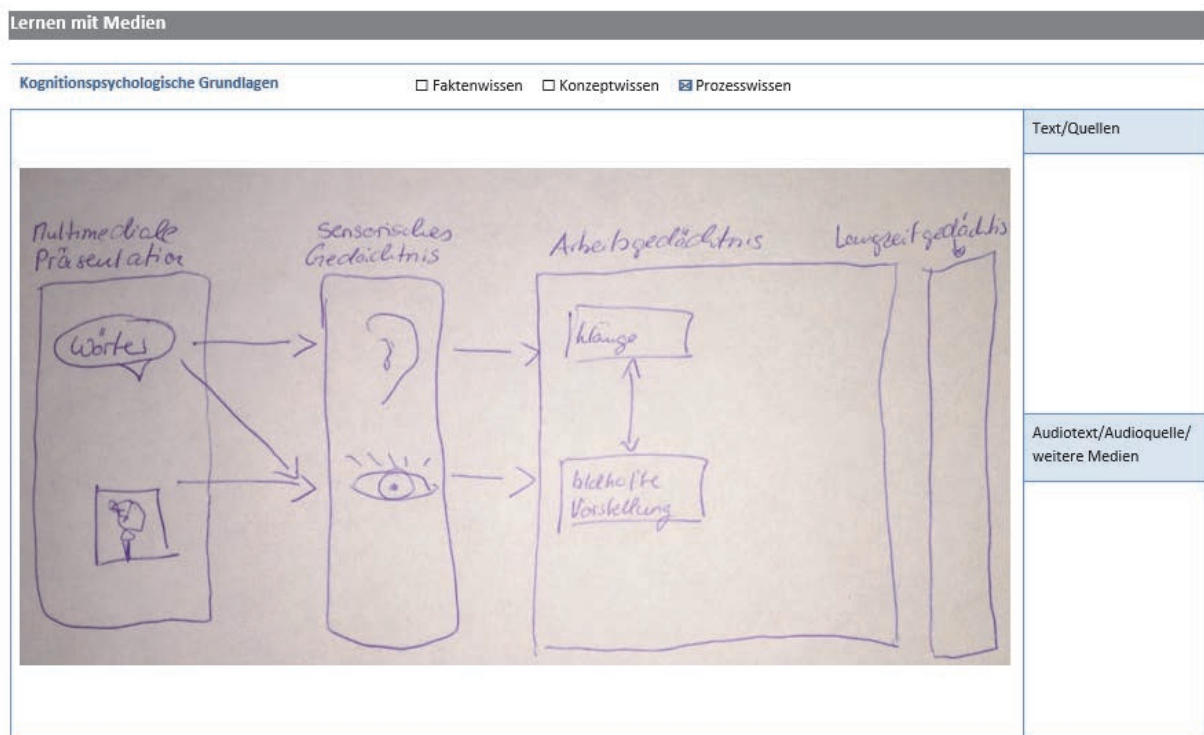


Abbildung 7.18 Drehbuchseite der Lektion *Lernen mit Medien* aus ELE^{XT}

7.5.2 Drehbuch unter Projektmanagement

In einem späteren Stadium des Projektes wird es zu einer Änderung in der dritten Lektion kommen. Im Diskussionsforum der *Site* hat Miriam Gesell, die Projektleiterin seitens Auftragnehmer, ihre Kollegin Annika Kivistö, Mediendidaktikerin, gefragt, wie der Fortschritt beim Drehbuch und insbesondere im Hinblick auf die Änderungen der *Kognitionspsychologischen Grundlagen* ist. Der Betreff des Beitrages von Miriam Gesell lautet *Drehbuch Erstellung* und wurde am 05.02.2014 geschrieben. Annika Kivistö schätzt die Änderungen als realistisch ein

und ist der Meinung, dass diese auch im Rahmen der Zeit realisiert werden können (vgl. Abbildung 7.19).

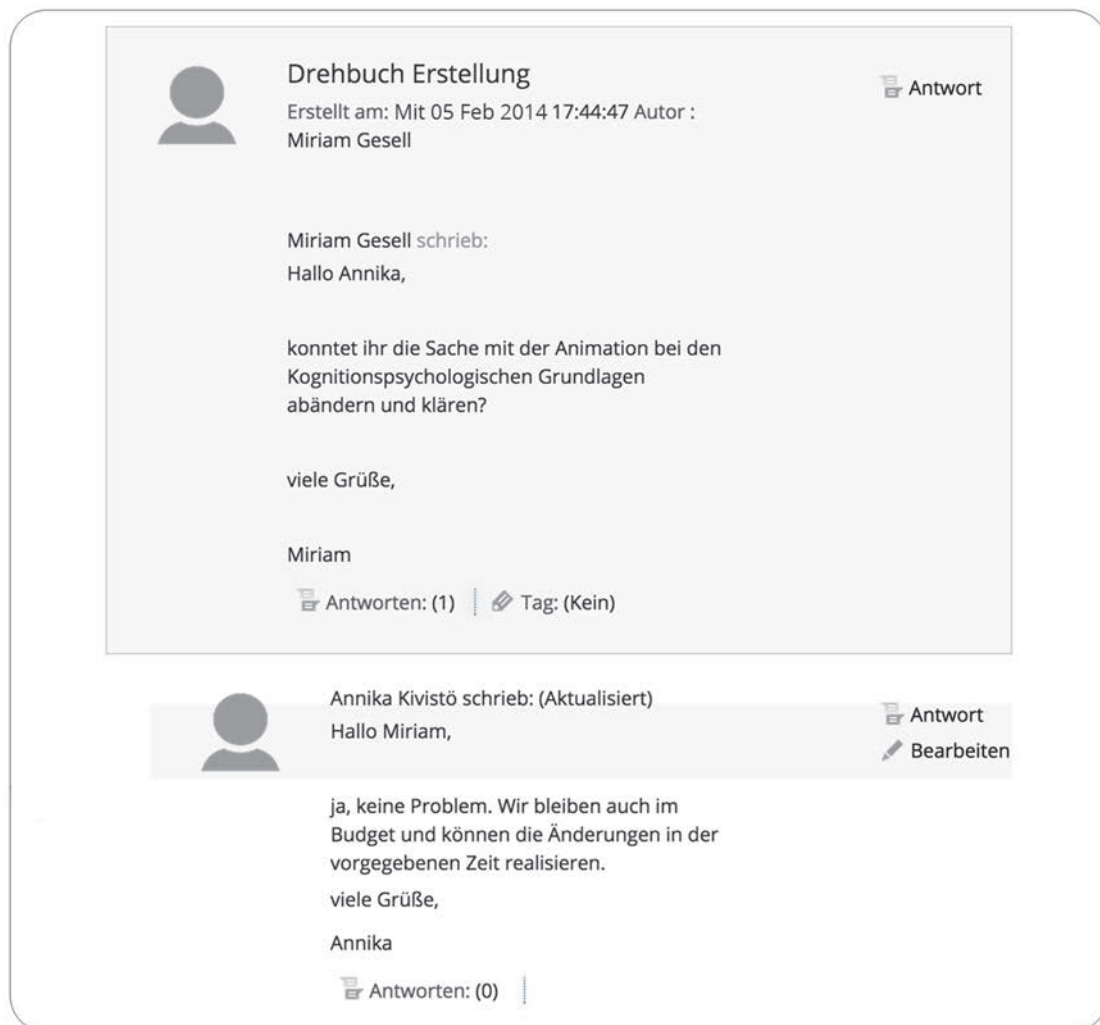


Abbildung 7.19 Diskussionsforum zum Drehbuch in Alfresco

7.5.3 Drehbuch unter Qualitätssicherung

Innerhalb von ELE^{XT} wurde für jeden Prozess der Unterprozess *Projektfortschrittsentscheidung treffen* eingeführt. Das Drehbuch befindet sich gerade noch unter Bearbeitung und somit im *Space 02 Output* des Prozesses *A4.3 Drehbuch erstellen*. Nachdem die Mitarbeiter von Eduosis Digitale das Drehbuch soweit fortgeschrieben haben, dass es dem Lenkungsausschuss vorgelegt werden kann, muss ein Mitarbeiter lediglich den *Simple Workflow Drehbuch finalisieren* klicken. Nachdem am Dokument die Auswahl angeklickt wurde, wird das Dokument in alle

Control-Spaces der Prozesse A4.41 Projektstatusbericht erstellen bis A4.44 Projektfortschrittsentscheidung treffen kopiert. Zudem wird das Drehbuch in den Space 01 Input des Prozesses A4.41 Projektstatusbericht erstellen kopiert. Am Ende wird das Drehbuch in den Space 01 Input sowie 02 Output > 01 vorgelegt im Prozess A4.44 Projektfortschrittsentscheidung treffen kopiert. Dieser Vorgang zur Qualitätssicherung wird im Abschnitt 7.6.5 noch genauer erläutert. Abbildung 7.20 zeigt den Prozess A4.4 Projektfortschrittsentscheidung treffen als IDEF0-Darstellung, wobei die nichtrelevanten Bereiche heller dargestellt sind.

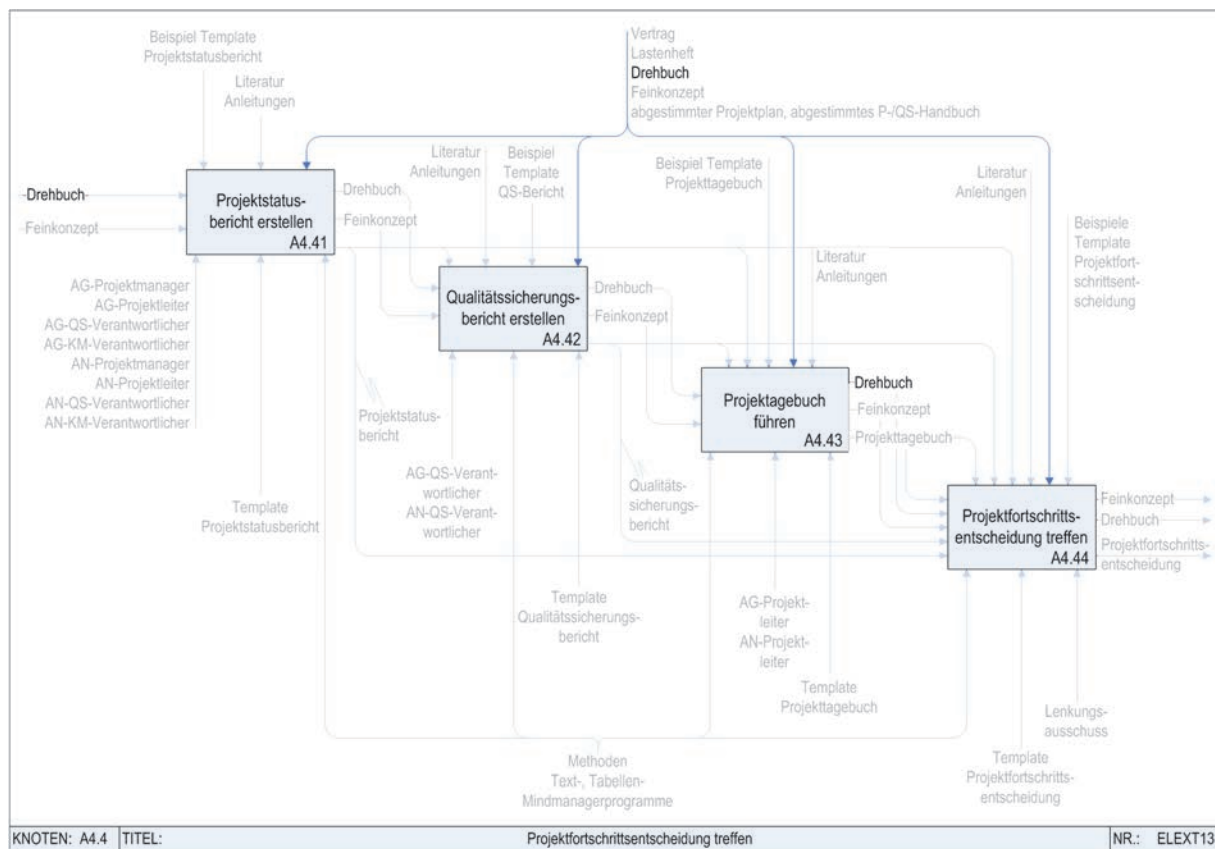


Abbildung 7.20 Drehbuch unter Qualitätssicherung in ELEXT

7.6 E-Learning-Engineering: *E-Learning-Lernressource* produzieren

In diesem Prozess wird die eigentliche Lerneinheit erstellt und produziert. Das Feinkonzept mit dem Drehbuch liegt den Grafikern, Audioproduzenten und Experten für Animationen vor und kann Schritt für Schritt abgearbeitet werden. Die Lektionen werden in Moodle umgesetzt, allerdings wird der fertige Kurs erst im folgenden Abschnitt präsentiert.

7.6.1 Lektion, Lernobjekt, Informationsobjekt und Medienobjekt als *Output*

Von der einzelnen Medieneinheit bis zur komplexen Lektion werden alle Elemente in dieser Phase produziert und zu einer Lektion arrangiert. Innerhalb des Prozesses arbeiten verschiedenen Experten zusammen. Einige Medienobjekte hängen voneinander ab oder können erst zu einem Informationsobjekt verarbeitet werden, wenn bestimmte andere Medienobjekte ebenfalls fertiggestellt wurden. Ein hoher Kommunikations- und Abstimmungsbedarf ist an dieser Stelle gefragt. Dieser Bedarf wird im Alfresco mit der *Site* und hier mit den Elementen, *Blogs*, E-Mail, Kalender und Diskussionsforum abgedeckt. Am Beispiel der Lektion 3 und dem Lernobjekt *Kognitionspsychologische Grundlagen* mit dem Informationsobjekt *Duale Codierung* werden im Folgenden die Abläufe verdeutlicht. Der *Output* Kurs wurde an dieser Stelle weggelassen, da dieser im folgenden Abschnitt im Detail vorgestellt wird.

7.6.2 Lektion unter Projektmanagement

Die dritte Lektion beinhaltet das *Lernen mit Medien* und die Lernobjekte *Kognitionspsychologische Grundlagen*, *Theorien Cognitive Load Theory* (CLT) und *Cognitive Theory of Multimedialen Learning* (CTML) (vgl. Abbildung 7.21).

Im ersten Entwurf des Vertrages, Feinkonzeptes und Drehbuchs war das Lernobjekt *Kognitionspsychologische Grundlagen* noch nicht eingeplant. Aus diesem Grund muss die dritte Lektion um das Lernobjekt erweitert werden. Damit die Mitarbeiter des Projektes diese zusätzliche Anforderung diskutieren können, wurde eine Diskussion direkt am *Space 03 Lernen mit Medien* gestartet und ein neuer *Space 01 Kognitionspsychologische Grundlagen* wurde erstellt. Die bereits vorhandenen *Spaces 01 Theorien Cognitive Load Theory* (CLT) und *02 Cognitive Theory of Multimedialen Learning* (CTML) werden in *02 Theorien Cognitive Load Theory*

(CLT) und *03 Cognitive Theory of Multimedialen Learning* (CTML) umbenannt (vgl. Abbildung 7.21). Um die komplette Lektion abschließen zu können und alle Rollen an der Fertigung der Lektion zu beteiligen, steht im Alfresco neben dem allgemeinen Diskussionsforum ein eigenes Diskussionsforum für jeden *Space* zur Verfügung.

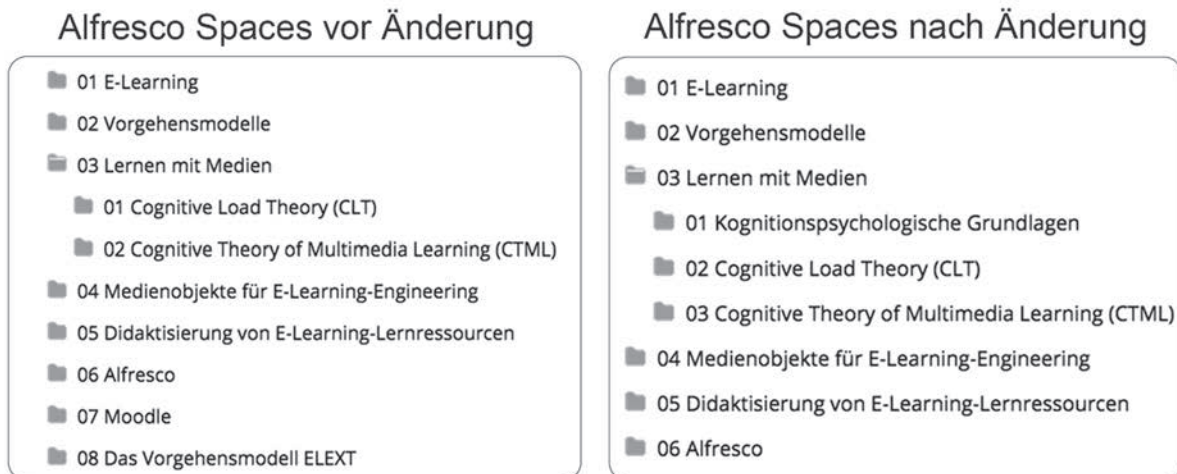


Abbildung 7.21 Lektion *Lernen mit Medien* vor und nach Änderung der *Spaces* in Alfresco

Abbildung 7.22 zeigt den *Space 03 Lernen mit Medien* und den Hinweis, dass Ille Abt vor 5 Minuten Änderungen am *Space* vorgenommen hat. Der *Space* weist den Anwender darauf hin, dass eine Diskussion zu dem *Space* gestartet wurde, und zeigt einen bisherigen Kommentar an (Kommentar 1).



Abbildung 7.22 *Space* Lektion *Lernen mit Medien* mit Diskussionsforum in Alfresco

7.6.3 Lernobjekt unter Konfigurationsmanagement

Zu dem Konfigurationsmanagement gehören neben der Versionierung auch Check-in und Check-out von Produkten. Alfresco verfügt über eine integrierte Möglichkeit, das Ausleihen von Dateien anzuzeigen. Sobald ein Mitarbeiter ein Projektdokument oder eine Ressource, die zum Aufbau des Lernobjektes benötigt wird, weiter bearbeiten möchte, lädt er die Datei herunter. Die Worddatei *Text 2 über Duale Codierung.docx* ist mit einem Ausrufezeichen und dem Kommentar *Dieses Dokument ist von Ihnen für die Offline-Bearbeitung gesperrt* in Alfresco markiert (vgl. Abbildung 7.23). Das Ausrufezeichen symbolisiert, dass die Datei gesperrt ist und signalisiert dem Mitarbeiter, dass ein Kollege die Datei gerade bearbeitet. Die Originaldatei kann nicht mehr zum Bearbeiten heruntergeladen werden. Dadurch wird eine Überschneidung von Änderungen vermieden. Die Mitarbeiter können eine Kopie der Datei einsehen und prüfen, welcher Mitarbeiter die Datei gerade bearbeitet. Nach dem Hochladen der Datei wird die Arbeitskopie wieder gelöscht und es steht allen Mitarbeitern die aktuellste Version der Datei zur Verfügung. Neben der Datei *Text 2 über Duale Codierung.docx* sind noch die weiteren Dateien *Animation über den Verlauf der Dualen Codierung.flv* sowie die Textdatei *Text 1 über Duale Codierung.docx* zu sehen.

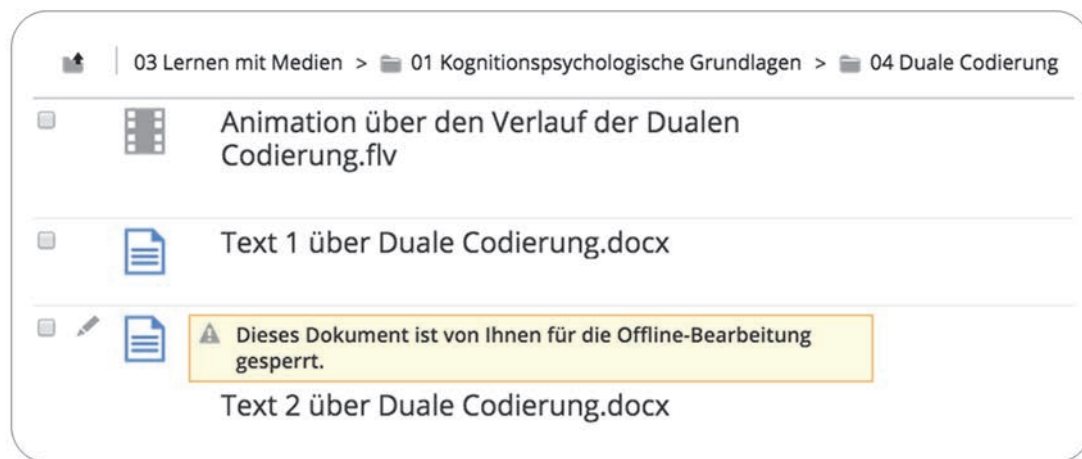


Abbildung 7.23 Lernobjekt: Konfigurationsmanagement im Alfresco

7.6.4 Informationsobjekt unter Problem- und Änderungsmanagement

Das Informationsobjekt *04 Duale Codierung* besteht aus den Medienobjekten *Animation über den Verlauf der Dualen Codierung.flv*, *Text 1 über Duale Codierung.docx* und *Text 2 über Duale*

Codierung.docx. Die einzelnen textuellen Medienobjekte über die thematischen Bereiche Duale Codierung wurden vom Auftraggeber nach einigen Korrekturen abgenommen. Nachdem der Auftraggeber das gesamte Informationsobjekt als Komposition jedoch sieht und nicht mehr nur die einzelnen Medienobjekte, möchte der Auftraggeber zur besseren Visualisierung die bisher als Text erläuterten Bereiche mit einer Animation erweitern und in die Seite *Duale Codierung* einbinden.

Die Produktion einer Animation beansprucht mit der Planung und Fertigstellung zumeist mehrere Tage. Daher muss der Auftraggeber einen offiziellen Änderungsantrag verfassen, damit der Mehraufwand für die Produktion der neuen Medienobjekte kalkuliert werden kann. Im Lastenheft wurden für dieses Informationsobjekt lediglich textuelle Bausteine vorgesehen. Die Änderung zu diesem Zeitpunkt des Projektes bedeutet eine Änderung der im Lastenheft geplanten Anforderung und daher auch eine finanzielle Änderung für den Auftraggeber und Auftragnehmer. Damit beide Parteien über diese eingreifende Änderung informiert werden, muss der Prozess zum Problem- und Änderungsmanagement angestoßen werden. Hierfür verwendet Mitarbeiter Peter Austerlitz (Mediendesigner, iPunkt Media) den *Advanced Workflow* und füllt die Felder mit den entsprechenden Informationen aus.

7.6.5 Medienobjekt unter der Qualitätssicherung

In diesem Stadium des Projektes kann es durchaus möglich sein, dass ein Mitarbeiter einen kompletten *Space* zur Qualitätssicherung vorlegen möchte, aufgrund der großen Anzahl an Daten und Dateien, die bis zu diesem Zeitpunkt im Projekt produziert wurden. Das Projekt hat mittlerweile eine beachtliche Anzahl an Daten von Projektressourcen und auch Medienobjekten zur Erstellung der E-Learning-Lernressourcen. Auf der einen Seite liegen Dokumente wie das Feinkonzept als Projektressource vor, die als Grundlage zur Produktion der E-Learning-Lernressourcen dienen, und auf der anderen Seite gibt es die Bestandteile für die E-Learning-Lernressourcen, wie Texte, Bilder, Filmsequenzen. Im Folgenden wird eine einzelne Datei zur Prüfung den Verantwortlichen für Qualität und dem Lenkungsausschuss vorgelegt. Die Prüfung eines ganzen *Spaces* würde analog funktionieren und ist in Alfresco jederzeit möglich.

Der *Space Duale Codierung* in Alfresco beispielsweise enthält die oben erwähnten Medienobjekte. Der Pfad zu dem Ordner ist *A5 E-Learning-Lernressource produzieren > A5.1 Medien und*

Inhalte produzieren > A5.11 Inhalte realisieren > 02 Output > 03 Lernen mit Medien > 01 Kognitionspsychologische Grundlagen > 04 Duale Codierung. Die Verantwortlichen können die Dokumente automatisiert durch die Aktivierung des Workflows *Prüfung durch QS* in den *Space Projektfortschrittsentscheidung treffen > 02 Output > 01 vorgelegt* verschieben. Die Verantwortlichen bekommen eine E-Mail-Benachrichtigung, sobald ein Dokument oder ein kompletter *Space* in den *Subspace 01 vorgelegt* verschoben wurde (vgl. Abbildung 7.24). Damit die Dateien in die richtigen *Spaces* über relative Pfadangabe verschoben werden, kommt das eigens entwickelte *JavaScript* zum Einsatz.

A5.11 Inhalte realisieren

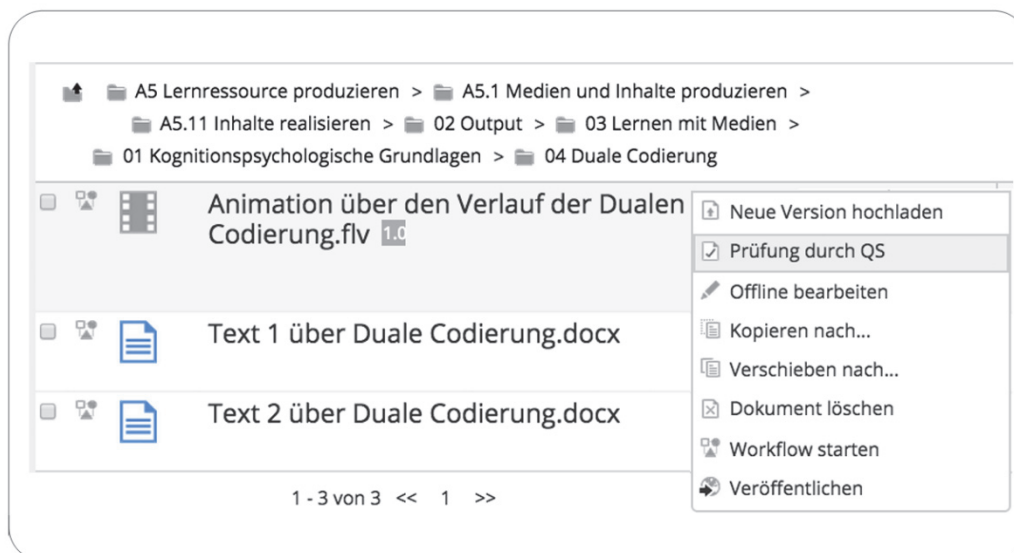


Abbildung 7.24 Prüfung durch die Qualitätssicherung 1

Die Verantwortlichen sehen im *Subspace 01 vorgelegt* die *Animation über den Verlauf der Dualen Codierung.flv* (vgl. Abbildung 7.25). Die Animation muss nun überprüft und kann dann ebenfalls mit dem Workflow *QS-Prüfung erfolgreich* in den *Space 02 fertig gestellt* verschoben werden. Dieser Pfad zu den Dateien lautet *A5 Lernressource produzieren > A5.3 Projektfortschrittsentscheidung treffen > A5.34 Projektfortschrittsentscheidung treffen > 02 Output > 02 fertig gestellt* (auf Abbildung 7.25 nicht zu sehen). Falls die Inhalte noch eine Überarbeitung benötigen, erfolgt der Transfer mit dem Workflow *QS-Prüfung nicht erfolgreich* wieder zurück

in den *Space A5.11 Inhalte realisieren*. Bei allen Aktionen werden jeweils die verantwortlichen Rollen über die Statusänderung der Dokumente über E-Mail informiert. Alle Skripte für die *Simple Workflow* wurden wieder angepasst und eine Auswahl an Skripten kann dem Anhang G entnommen werden.

A5.34 Projektfortschrittsentscheidung treffen

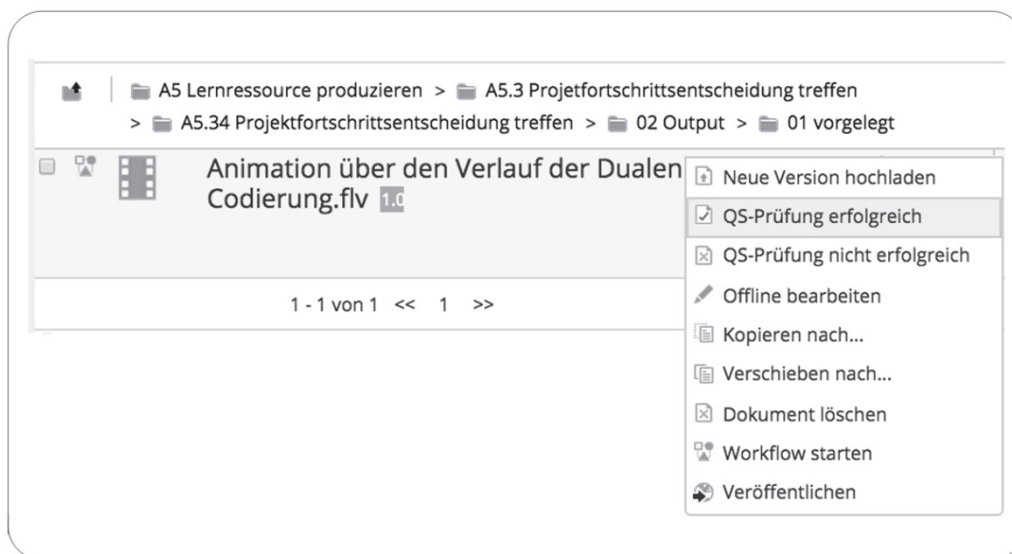


Abbildung 7.25 Prüfung durch die Qualitätssicherung 2

7.7 E-Learning-Engineering: *E-Learning-Lernressource* einführen

Der Kurs *E-Learning-Engineering* wird mit dem Lernmanagementsystem Moodle eingeführt und erprobt. Alle bislang entwickelten E-Learning-Lernressourcen wurden auf der Lernplattform zu einem Kurs zusammengeführt. Deshalb wird zuerst Moodle mit seinem Aufbau und seinen Funktionen erläutert und danach die Struktur und Inhalte des Kurses gezeigt. Standen bisher das Vorgehensmodell ELE^{XT} und Alfresco im Fokus, wird in diesem Abschnitt der Kurs *E-Learning-Engineering* in Moodle präsentiert (vgl. Abbildung 7.26)



Abbildung 7.26 Zusammenhang ELE^{XT}, Alfresco und Moodle mit Fokus auf Moodle

7.7.1 Das Lernmanagementsystem Moodle

Moodle steht für die Abkürzung *Modular Object Oriented Dynamic Learning Enviroment*, ist also eine modulare, objektorientierte und dynamische Lernumgebung. Der Australier Martin Dougiamas hat 1992 mit der Entwicklung von Moodle angefangen. Seine schlechten Erfahrungen mit dem Lernmanagementsystem WebCT (heute Blackboard) an der *Curtin University of Technologie* veranlassen den gelernten Informatiker mit dem Beginn eines Studiums der Erziehungswissenschaften und im Jahr 2002 erscheint die erste stabile Version von Moodle. Seither wurde das Lernmanagementsystem Moodle permanent weiterentwickelt, sodass mittlerweile die Version 2.9 aktuell ist. Moodle hat es aufgrund seiner Open-Source-Lizenz-Politik zu einer weltweiten Verbreitung gebracht. Gerade im universitären Bereich findet das System wegen seiner freien *GNU Public License* einen hohen Zuspruch (Gertsch, 2006).

Moodle läuft auf einer LAMP-Basisarchitektur und benötigt keinen Applikationsserver. Die ersten Prototypen von Moodle wurden in einer ZOPE-Umgebung programmiert. Schnell haben

die Entwickler aber festgestellt, dass ein objektorientierter Applikationsserver wie ZOPE zu starr und kompliziert für eine dynamische Entwicklung ist. Moodle verfolgt den Ansatz, offen für viele Programmierer zu sein, und daher musste auch eine leicht zu installierende, erlernende und modifizierbare Programmierumgebung für Moodle gewählt werden. Um diesem modularen Charakter gerecht zu werden, wurde eine Kombination aus der Skriptsprache PHP mit einer beliebigen SQL-Datenbank, in der Praxis zumeist eine MySQL-Datenbank, ausgewählt. Das Basissystem für Moodle kann auf einer Linux-, Microsoft- oder Mac-Umgebung laufen (vgl. 4; Büchner, 2008; Moodle, 2015a).

Abbildung 7.27 zeigt den schematischen Aufbau der Moodle-Architektur. Moodle besteht aus *Libraries* und zusätzlichen *Plugins*, die zusammen den Kern (*Core*) bilden. Mit einem Browser als Client kann über das HTTP-Protokoll auf Moodle zugegriffen werden. Die Standardinstallation von Moodle beinhaltet bereits einige *Plugins* und ist sofort nach der Installation als Lernplattform einsetzbar, kann aber je nach Bedarf durch zusätzliche *Extensions* im Funktionsumfang erweitert werden (vgl. Abbildung 7.27). Zu den Kernfunktionalitäten von Moodle gehören unter anderem (1) Kurse und Aktivitäten, (2) Einschreibung in Kurse sowie (3) Benutzerverwaltung. Die wichtigsten Arten von *Plugins* stellen in Moodle (1) Material und Aktivitäten, (2) Blöcke, (3) Designs, (4) Sprachpakete, (5) Kursformate (6) Authentifizierung, (7) Einschreibung und (8) Repositories dar (Kumar, Gankotiya, & Dutta, 2011; Moodle 2015a, 2015b). Im Laufe der Jahre wurde Moodle immer weiter verbessert und optimiert. Moodle wird seit dem Jahr 2000 entwickelt und im Jahre 2002 unterstützte PHP noch keine Objektorientierung. Aus diesem Grund sind nur die neusten Entwicklungen bei Moodle objektorientiert und verfolgen zusätzlich den objektorientierten Domain-Model-Ansatz. Mithilfe des Domainmodells lassen sich komplexe Strukturen durch die Darstellungen über Objekte, die jeweils miteinander verbunden sind und interagieren, vereinfacht darstellen (Moodle, 2015a, 2015b, 2015c).

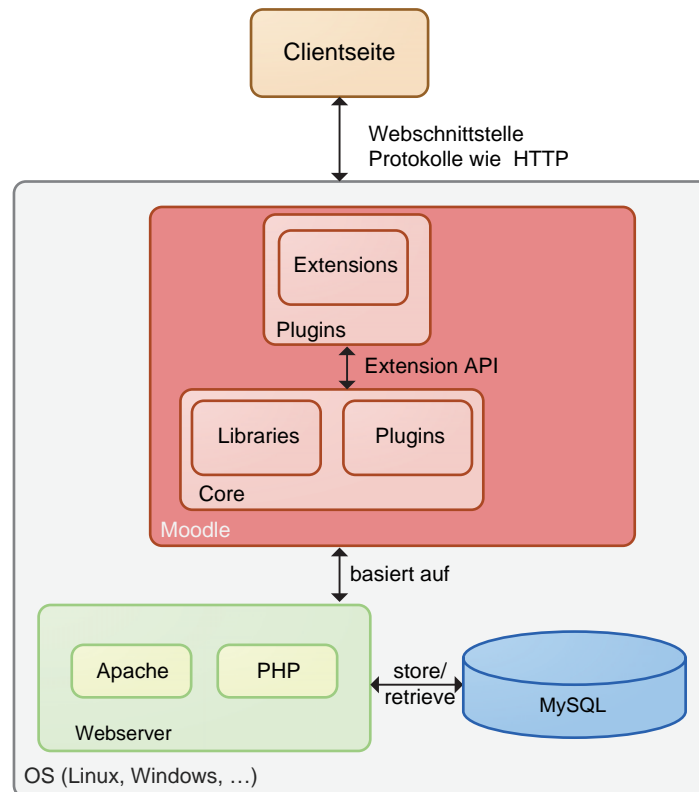


Abbildung 7.27 Architektur von Moodle, angelehnt an Büchner (2008) und Hunt (2010)

7.7.2 Der Kurs *E-Learning-Engineering* in Moodle

Das Thema *E-Learning-Engineering* soll in einem Kurs auditiv, mit Videos und durch Animationen aufbereitet werden. Abbildung 7.28 zeigt den Aufbau des Kurses *E-Learning-Engineering*. Lektion 1 behandelt das Thema *E-Learning* am Beispiel der Historie im E-Learning und erläutert die Begriffsvielfalt im Zusammenhang mit E-Learning. Die zweite Lektion *Vorgehensmodelle* bietet einen Einstieg in die Grundlagen des E-Learning-Engineering, indem die zwei zentralen Modelle V-Modell^{XT} und PAS-1032 vorgestellt werden. Die dritte Lektion beinhaltet das Thema *Lernen mit Medien* und innerhalb der vierten Lektion *Medienobjekte für E-Learning-Lernressourcen* werden die für E-Learning-Lernressourcen relevanten Medienobjekte Text und Hypertext, Bilder, Audio, Applikation und Video aus Kapitel 2 definiert. Die fünfte Lektion *Didaktisierung von E-Learning-Lernressourcen* ordnet die Begriffe Informationsobjekt, Lernobjekt, Lektion und Kurs in den Kontext der Didaktisierung von E-Learning-Lernressourcen ein. Die Lektionen 6 (*Alfresco*) und 7 (*Moodle*) widmen sich den beiden Systemen Alfresco und Moodle und stellen bei Alfresco die Funktionen *Spaces*, *Links*, *Simple Workflows*, *Advanced*

Workflows, Content Rules, Actions sowie *Roles* vor und bei Moodle die allgemeinen Einstellungen eines Kurses, Lerninhalte, Lernaktivitäten, Blöcke und Lernpfade. Der Kurs wird durch die Lektion 8, das Vorgehensmodell ELE^{XT}, beendet. Auf der linken Seite der Abbildung 7.28 ist die Kursstruktur in Alfresco und auf der rechten Seite die Kursstruktur in Moodle zu sehen.

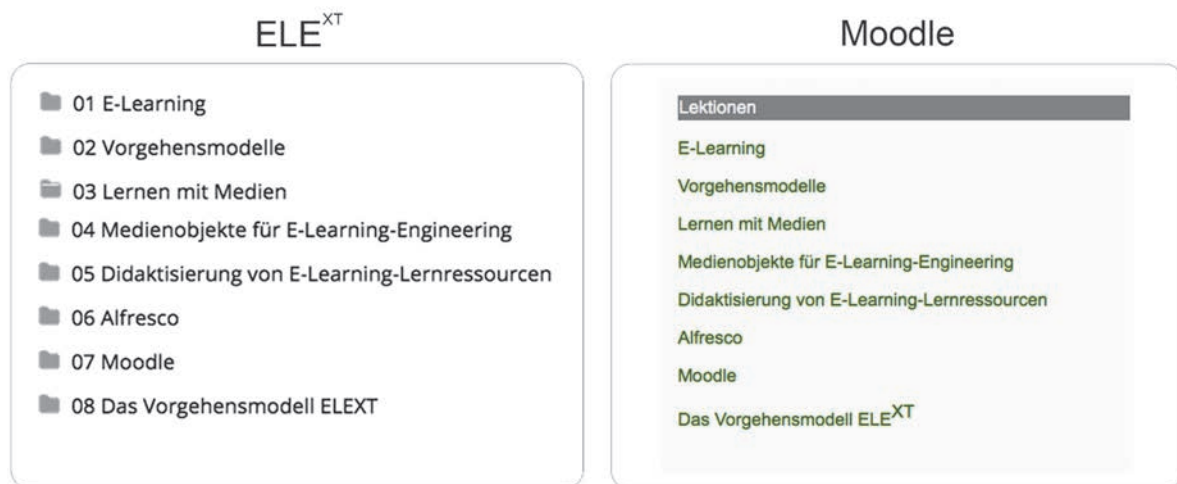


Abbildung 7.28 Der Kurs *E-Learning-Engineering* als Konzept (links) und in Moodle (rechts)

Abbildung 7.29 zeigt die Startseite von Moodle der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg. Im Vergleich zur Standardinstallation wurden hier einige Veränderungen bei der *Corporate Identity* (CI) und bei Modulen vorgenommen und entsprechend den Richtlinien der PH Ludwigsburg konfiguriert. In den folgenden Abbildungen werden aus Gründen der Übersichtlichkeit der obere Kopf mit dem Logo der PH Ludwigsburg sowie der linke und rechte Bereich abgeschnitten. Die dort aufgeführten Informationen sind nicht relevant zur Darstellung des Kurses.

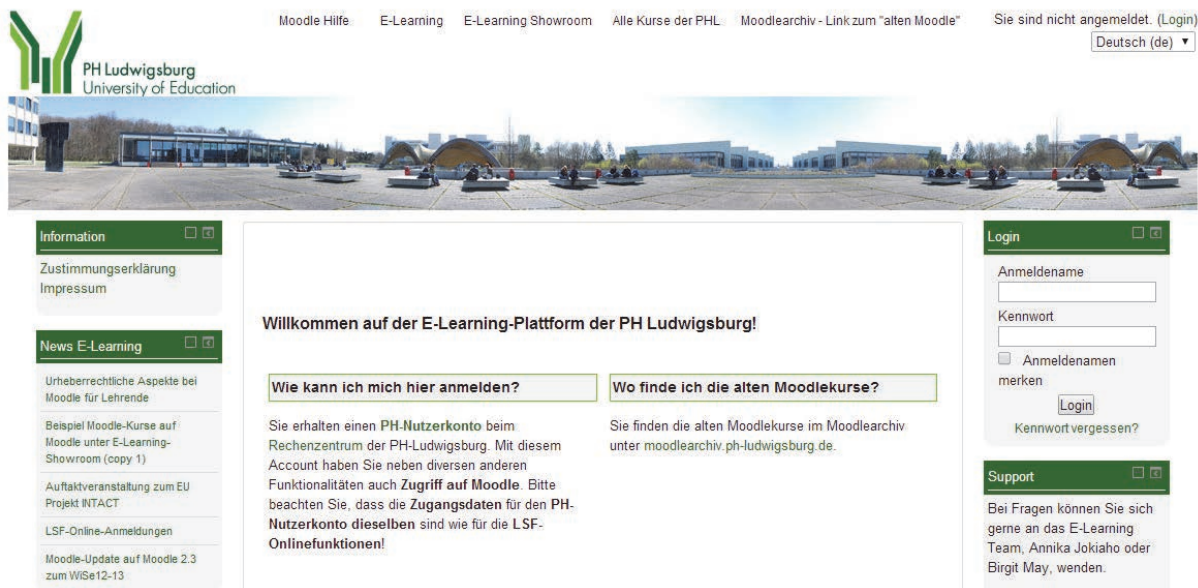


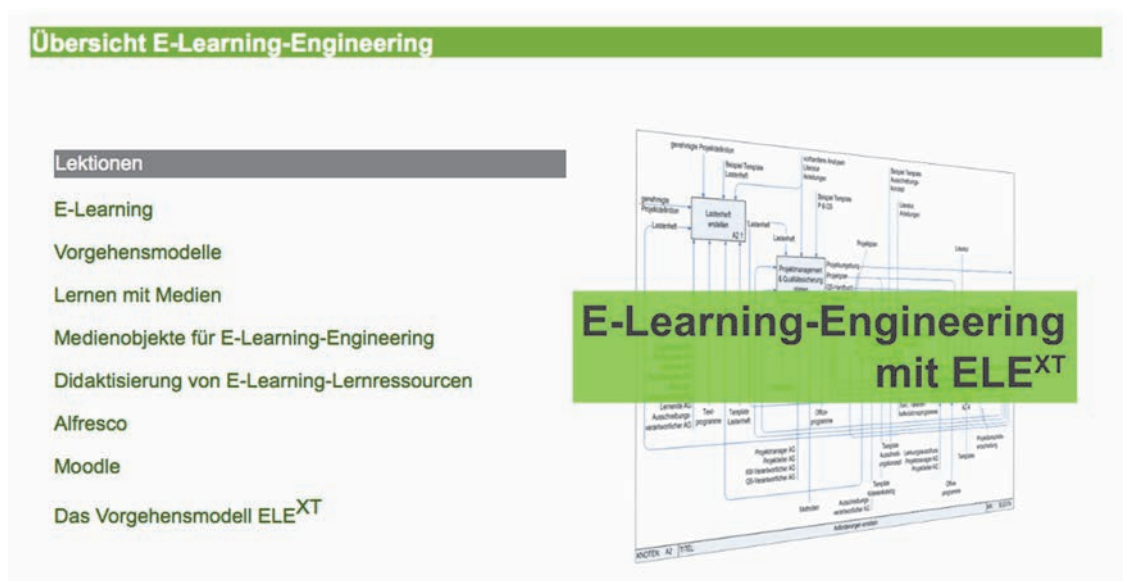
Abbildung 7.29 Moodle Einstiegsseite der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg

Nachdem sich der Besucher beziehungsweise Dozent des Kurses am Lernportal der PH Ludwigsburg angemeldet hat, werden seine Kurse, die er besuchen möchte, beziehungsweise die Kurse, die zu verwalten sind, sichtbar. In Abbildung 7.30 ist Kursverwalterin Birgit May am System angemeldet und sieht unter der Überschrift *Kursübersicht* den Kurs *E-Learning-Engineering* und die weiteren Kurse *eTTF-Funkzentrale* sowie *Hilfe und Anleitungen zu LSF (für Gäste frei)*.



Abbildung 7.30 Kursübersicht in Moodle

Sobald ein Teilnehmer oder Dozent den Kurs *E-Learning-Engineering* auswählt, werden die Inhalte mit den Lektionen *E-Learning*, *Vorgehensmodelle*, *Lernen mit Medien*, *Medienobjekte für E-Learning-Lernressourcen*, *Didaktisierung von E-Learning-Lernressourcen*, *Alfresco*, *Moodle*, *Das Vorgehensmodell ELE^{XT}* dargestellt. Ein Bild dient zur weiteren Einstimmung auf den Inhalt des Kurses (vgl. Abbildung 7.31).

Abbildung 7.31 Der Kurs *E-Learning-Engineering* in Moodle

Ein Klick auf die Lektion *Didaktisierung von E-Learning-Lernressourcen* zeigt dem Teilnehmer die Inhalte der Lektion an. Eine Lektion besteht gemäß der Aufteilung der Medienobjekte in Kapitel 2 aus mehreren Lernobjekten. Diese Lernobjekte können mit einer E-Learning-Methode verknüpft sein, um die Inhalte der Lernobjekte aktiv in das Gedächtnis des Lernenden zu speichern. Abbildung 7.32 zeigt die Lernobjekte *Grundlegende Begriffe bei der Didaktisierung von E-Learning-Lernressourcen* und *2013 Reinmann – Didaktisches Handeln – Die Beziehung zwischen Lerntheorien und Didaktischem Design* mit der Aufgabe *Konzeptionelle Erstellung einer exemplarischen Lektion*.

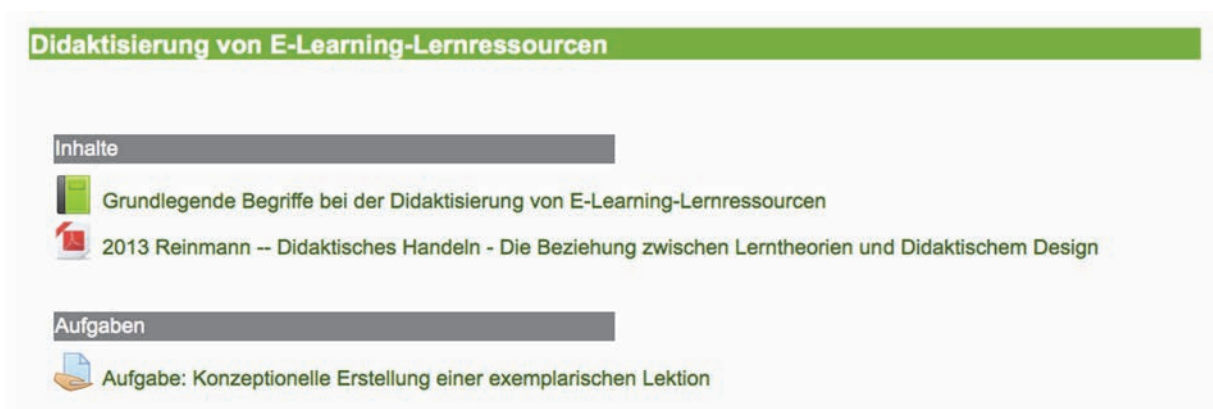


Abbildung 7.32 Lektion *Didaktisierung von E-Learning-Lernressourcen* in Moodle

Die Lernobjekte beinhalten wiederum diverse Informationsobjekte. Abbildung 7.33 zeigt ein Moodle-Buch, in dem die grundlegenden Begriffe für die Didaktisierung von E-Learning-Lernressourcen erläutert werden. Der Teilnehmer kann entweder auf der linken Seite zwischen Informationsobjekt, Lernobjekt, Lektion und Kurs oder über die grauen Pfeile am oberen und unteren rechten Rand navigieren (leicht heller dargestellt). Das Informationsobjekt *Lektion* besteht aus einem Medienobjekt Text und einem Medienobjekt Bild.

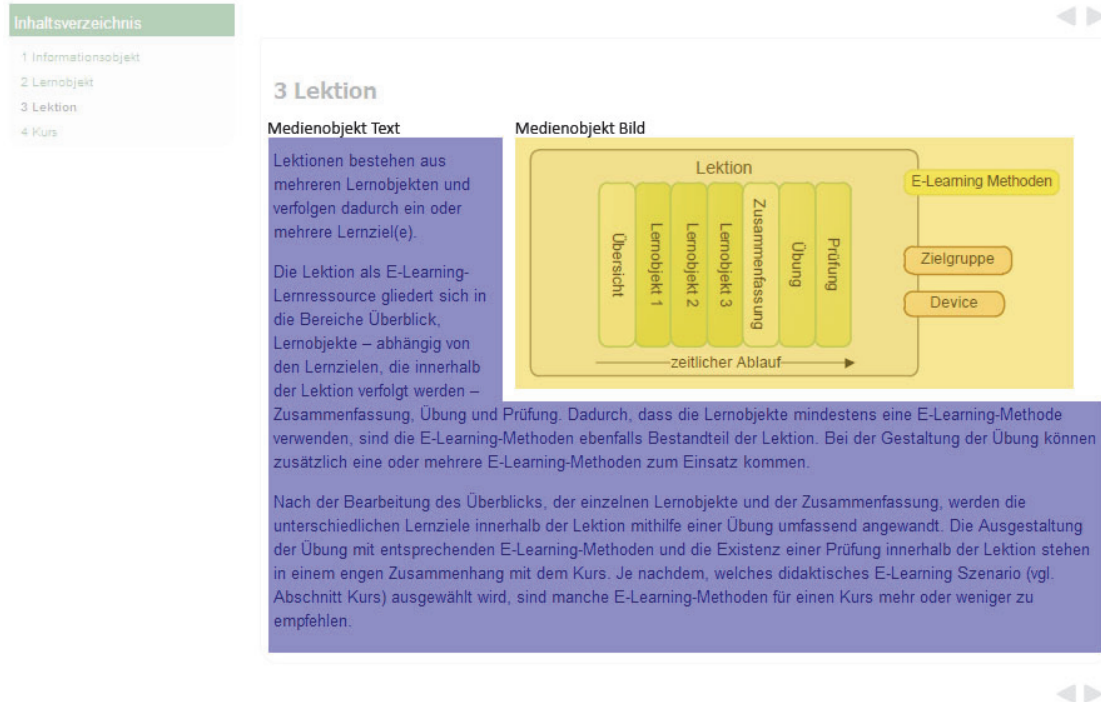


Abbildung 7.33 Das Lernobjekt in Moodle

8 Schlussfolgerungen

In der vorliegenden Arbeit wurde das Vorgehensmodell ELE^{XT} aus bestehenden Vorgehensmodellen neu entwickelt und ein System, das den Anwender beim Einsatz des Vorgehensmodells unterstützt und begleitet, identifiziert und angepasst. Hierfür wurden die Ergebnisse (1) Entwicklung eines Vorgehensmodells zum E-Learning-Engineering, (2) werkzeugmäßige Unterstützung des Vorgehensmodells zum E-Learning-Engineering sowie (3) Instanziierung des Vorgehensmodells zum E-Learning-Engineering erarbeitet.

Vorgehensmodelle haben ihren Ursprung im *Software Engineering* und in diesem Bereich auch eine lange Tradition. Durch Vorgehensmodelle werden Entwicklungsvorgänge vereinfacht und Projekte sind aufgrund von zuvor definierten Strukturen leichter durchführbar (Fritzsche & Keil, 2007; Gnatz, 2005). Das V-Modell^{XT} steht für ein praxisnahes Vorgehensmodell, das unter anderem zur Produktion von Software eingesetzt wird. PAS setzt bei der Beschreibung der Prozesse für E-Learning-Produkte an, um dadurch eine verbesserte Qualitätssicherung in der Entwicklung von E-Learning-Lernressourcen zu erreichen (PAS 1032-1, 2004).

ELE^{XT} wurde speziell für die Produktion von E-Learning-Lernressourcen entwickelt und verwendet aus dem V-Modell^{XT} die Vorteile aus dem *Software Engineering* sowie die Merkmale des Projektmanagements, der Qualitätssicherung, des Konfigurationsmanagements und des Problem- und Änderungsmanagements. Auch die Auftraggeber-/Auftragnehmersicht fließt in ELE^{XT} mit ein. Des Weiteren kommen in ELE^{XT}-Prozesse aus PAS zum Einsatz, wobei alle Prozesse in ELE^{XT} in der vorliegenden Arbeit überarbeitet und mit aktuellen Ergebnissen angereichert wurden. Entwicklungen zur Definition von Kursen, Lektionen, Lernobjekten und Informationsobjekten finden beispielsweise Berücksichtigung in den Templates von ELE^{XT}.

Alle Prozesse von ELE^{XT} wurden mithilfe von IDEF0 durch die Elemente *Input*, *Output*, *Control* und *Mechanism* beschrieben. Die Prozessbeschreibung in der IDEF0-Notation gewährt eine klare Übersicht über alle relevanten Kontrollgrößen. Andere Vorgehensmodelle bestehen aus Text mit einigen illustrierenden Grafiken. Ein Vorgehensmodell im Bereich E-Learning-Engineering, das vollständig in der IDEF0-Notation umgesetzt wurde, existiert bisher nicht.

Zu jedem Prozess innerhalb von ELE^{XT} existieren Templates, Beispiele für Templates, Methodenbeschreibungen und Checklisten, die ebenfalls im Rahmen dieser Arbeit entstanden sind. Hambach und Urban (2006) führen PAS in ihrer Arbeit fort und entwickeln Handreichungen sowie für jede PAS-Aktivität eine Mindmap. Jedoch fehlt bei Hambach und Urban (2006) das Angebot von Templates. Ausgefüllte Templates, die als Anschauungsbeispiel fungieren, fehlen bei anderen Vorgehensmodellen komplett und sind ausschließlich in ELE^{XT} zu finden.

Innerhalb der wissenschaftlichen Studie wurde zudem ein System ausgewählt, das den Anwender beim Einsatz des Vorgehensmodells unterstützt und begleitet. Zu diesem Zweck wurde Alfresco an die Anforderungen von ELE^{XT} angepasst und erweitert. ELE^{XT} wurde dann anhand der Entwicklung des Kurses *E-Learning-Engineering* erprobt und durchgeführt. Gerade das V-Modell^{XT} verfügt zwar über einige unterstützende Werkzeuge (Projektassistent, CollabXT, in.Step), aber die Umsetzung eines Vorgehensmodells für alle Projektphasen innerhalb eines Systems wurde bislang nicht vorgenommen.

Alfresco hat sich im Laufe der Entstehung dieser Arbeit stetig weiterentwickelt und neue Funktionen kamen hinzu. Diese wurden, soweit möglich, immer wieder in die Ergebnisse dieser Arbeit eingebunden. Der Einsatz von *Google Docs* von Alfresco könnte noch weiter ausgearbeitet werden. Das Herunter- und Hochladen der Dateien wäre dadurch nicht mehr notwendig gewesen. Außerdem wäre eine Einbindung von Alfresco in eine bestehende Netzinfrastruktur möglich gewesen, sodass der Anwender des Vorgehensmodells ELE^{XT} die Dokumente wie gewohnt über seine Netzlaufwerke öffnen kann. Mit dem *Office Plugin* für Alfresco wäre dann eine Integration in Alfresco möglich gewesen.

Begleitende und unterstützende Dokumente, wie Checklisten, Methoden und Beispiele für Templates, sind zwar für jeden Prozess entstanden, allerdings könnten die Dokumente noch ausführlicher ausgearbeitet werden. Außerdem könnte ein Beispielkurs mit einem anderen

Thema entwickelt werden, da es bei einem Kurs über *E-Learning-Engineering*, der den Produktionsablauf des E-Learning-Engineerings erläutern soll, zu Verwirrungen kommen kann. Des Weiteren wurden *Advanced Workflows* für einige Prozesse für ELE^{XT} realisiert und einige Skripte in *JavaScript* für die *Simple Workflows* geschrieben. Die Ausarbeitung der *Advanced Workflows* und der Einsatz von *JavaScript* im Vorgehensmodell ELE^{XT} könnte in Folgearbeiten noch weiter ausgeführt werden. Alfresco ist ein umfangreiches und mächtiges System und daher auch komplex hinsichtlich der Konfiguration. In einer Folgearbeit könnte das Vorgehensmodell ELE^{XT} mit einer Kombination aus Web 2.0-Tools realisiert werden.

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Auflösung
ADDIE	Analyze Design Develop Implement Evaluate
ADL	Advanced Distributed Learning
AG	Auftraggeber
AICC	Aviation Industry Computer Based Training Committee
AJAX	Asynchronous JavaScript and XML
AN	Auftragnehmer
API	Application Programming Interface
ARIADNE	Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe
ATD	Association for Talent Development
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMI-KBSt	Bundesministerium des Innern – Koordinierungs- und Beratungsstelle der Bundesregierung für Informationstechnik in der Bundesverwaltung
BPMN	Business Process Model and Notation
BSD	Berkeley Software Distribution
CAI	Computer Assisted Instruction
CAL	Computer Assisted Learning
CAM	Content Aggregation Mode
CAS	Content Application Server
CBE	Computer Based Education
CI	Corporate Identity
CIFS	Common Internet File System
CLT	Cognitive Load Theory
CLT	Theorien Cognitive Load Theory
CMI	Computer Managed Instruction
CMS	Content-Management-System
CSS	Cascading Style Sheets
CTML	Cognitive Theory of Multimedia Learning
DBMS	Datenbankmanagementsystem
DM	Dokumenten-Management
DMS	Dokument-Management-System

DoD STD 2167A	Department of Defense Standard 2167A
DS	Didaktisches Szenario
ECMS	Enterprise-Content-Management-System
ELE	E-Learning-Engineering
ELE ^{XT}	E-Learning-Engineering Extended
ELQ	E Learning-Qualität
EML	Educational Modelling Language
FTP	File Transfer Protocol
GAM T 17	Guerre Air Mer note Technique n° 17
GPL	General Public License
HCI	Human Computer Interaction
HSQLDB	Hyper Structured Query Language Database
HTML	Hypertext Markup Language
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
HW-Entwicklung	Hardware-Entwicklung
IANA	Internet Assigned Numbers Authority
ICAM	Integrated Computer Aided Manufacturing
IDE	Integrated Development Environment
IDEF0	Icam DEFinition for Function Modeling
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IETF	Internet Engineering Task Force
IMS	Instructional Management System
IO	Informationsobjekt
ISO	International Organization for Standardization
IT-AmtBw A5	Bundesamt für Informationsmanagement und Informationstechnik Referat 5
J2EE oder Java EE	Java Platform Enterprise Edition
JCP	Java Community Process
JDBC	Java Database Connectivity
JDK	Java Development Kit
JSP	Java Server Faces
JSP	JavaServer Pages
KM	Konfigurationsmanagement
LAMP	Linux-Apache-MySQL-PHP

LDAP	Lightweight Directory Access Protocol
LMS	Learning-Management-system/ Lernmanagementsystem
LO	Lernobjekt
LOM	Learning Object Metadata
LTSC	Learning Technology Standards Committee
LZ	Lernziel
MIME	Multipurpose Internet Mail Extensions
Moodle	Modular Object Oriented Dynamic Learning Enviroment
NTLM	NT LAN Manager
OER	Open Educational Resources
ORM	Object-Relational-Mapping
OUNL	Open University of the Netherlands
PAe	Änderungs- und Problemmanagement
PAS	Public Available Specification
PDF	Portable Document Format
PHP	Hypertext Preprocessor
PLE	Personal Learning Environment
PM	Projektmanagement
QS	Qualitätssicherung
RELAD	Rapid eLearning Authoring and Development Model
REST	Representational State Transfer
RFC	Request of Comments
RIO	Reusable Information Object
RLO	Reusable Information Object
RM	Record-Management
RSS	Really Simple Syndication
RTE	Run Time Environment
SCO	Shareable Content Object
SCORM	Shareable Content Object Reference Model
SE	Systemerstellung
SEU-IS	Softwareentwicklungsumgebung für Informationssysteme
SEU-WS	Softwareentwicklungsumgebung für Waffen- und Waffeneinsatzsysteme
SMB	Server Message Block
SMIL	Synchronized Multimedia Integration Language

SN	Sequencing and Navigation
SOAP	Simple Object Access Protocol
SQL	Structured Query Language
SW-Entwicklung	Software-Entwicklung
W3C	World Wide Web Consortium
WAPI	Workflow Application Programming Interfaces
WCM	Webcontent-Management
WebDAV	Web-based Distributed Authoring and Versioning
WfMS	Workflow-Management-System
WYSIWYG	What You See Is What You Get
XML	Extensible Markup Language
ZGDV	Zentrum für Graphische Datenverarbeitung e.V.
ZOPE	Z Object Publishing Environment

Literaturverzeichnis

- Aalst, W. van der, & Hee, K. van. (2004). *Workflow Management. Models, Methods, and Systems*. Cambridge: MIT Press.
- ADL-AICC. (2015). *ADL-AICC/AICC-Document-Archive*. *GitHub*. Retrieved June 9, 2015, from <https://github.com/ADL-AICC/AICC-Document-Archive/>
- Advanced Distributed Learning (ADL). (2006). *Sharable Content Object Reference Model (SCORM®) 2004 3rd Edition Overview*. Retrieved May 9, 2015, from http://www.adlnet.gov/wp-content/uploads/2013/09/SCORM_2004_Overview.pdf
- Advanced Distributed Learning (ADL). (2009a). *Sharable Content Object Reference Model (SCORM®) 2004 4th Edition Content Aggregation Model (CAM) Version 1.1*. Retrieved May 9, 2015, from http://www.adlnet.gov/wp-content/uploads/2013/09/SCORM_2004_4ED_v1_1_CAM_20090814.pdf
- Advanced Distributed Learning (ADL). (2009b). *Sharable Content Object Reference Model (SCORM®) 2004 4th Edition Run-Time Environment (RTE) Version 1.1*. Retrieved May 9, 2015, from http://www.adlnet.gov/wp-content/uploads/2013/09/SCORM_2004_4ED_v1_1_RTE_20090814.pdf
- Advanced Distributed Learning (ADL). (2009c). *Sharable Content Object Reference Model (SCORM®) 2004 4th Edition Sequencing and Navigation (SN) Version 1.1*. Retrieved May 9, 2015, from http://www.adlnet.gov/wp-content/uploads/2013/09/SCORM_2004_4ED_v1_1_SN_20090814.pdf
- Advanced Distributed Learning (ADL). (2014a). *SCORM 2004 4th Edition. Project Information*. Retrieved May 8, 2015, from <http://www.adlnet.gov/scorm/scorm-2004-4th.html>
- Advanced Distributed Learning (ADL). (2014b). *SCORM 2004 4th Edition. Capability Information*. Retrieved May 8, 2015, from <http://www.adlnet.gov/capabilities/scorm.html>
- Advanced Distributed Learning (ADL). (2015). *Advanced Distributed Learning*. Retrieved May 10, 2015, from <http://www.adlnet.org/overview.html>
- AIIM. (2015). *AIIM – What is ECM? What is Enterprise Content Management?* Retrieved June 11, 2015, from <http://www.aiim.org/What-is-ECM-Enterprise-Content-Management>
- Alby, T. (2007). *Web 2.0: Konzepte, Anwendungen, Technologien*. München: Hanser.
- Alfresco Software, Ltd. (2015a). *Overview | Alfresco Documentation*. Retrieved June 11, 2015, from <http://docs.alfresco.com/4.1/concepts/system-about.html>
- Alfresco Software, Ltd. (2015b). *Architecture | Alfresco Documentation*. Retrieved June 11, 2015, from <http://docs.alfresco.com/4.1/concepts/alfresco-arch-about.html>
- Alfresco Software, Ltd. (2015c). *Content application services | Alfresco Documentation*. Retrieved June 11, 2015, from <http://docs.alfresco.com/4.1/concepts/serv-application-about.html>
- Alfresco Software, Ltd. (2015d). *Alfresco Repository Architecture – alfrescowiki*. Retrieved June 11, 2015, from http://wiki.alfresco.com/wiki/Alfresco_Repository_Architecture

- Alfresco Software, Ltd. (2015e). *Working with spaces* | *Alfresco Documentation*. Retrieved June 12, 2015, from <http://docs.alfresco.com/4.1/concepts/cuh-spaces.html>
- Alfresco Software, Ltd. (2015f). *Working with space templates* | *Alfresco Documentation*. Retrieved June 12, 2015, from <http://docs.alfresco.com/4.1/tasks/tgs-spacetemplates.html>
- Alfresco Software, Ltd. (2015g). *Working with workflows* | *Alfresco Documentation*. Retrieved June 12, 2015, from <http://docs.alfresco.com/4.1/concepts/cuh-workflow-intro.html>
- Alfresco Software, Ltd. (2015h). *What is a workflow?* | *Alfresco Documentation*. Retrieved May 10, 2015, from <http://docs.alfresco.com/4.1/concepts/wf-what-is-workflow.html>
- Alfresco Software, Ltd. (2015i). *Getting Started with Alfresco Explorer Document Management* | *Alfresco Documentation*. Retrieved June 12, 2015, from <http://docs.alfresco.com/4.1/concepts/cgs-intro.html>
- Alfresco Software, Ltd. (2015j). *Using Alfresco Enterprise* | *Alfresco Documentation*. Retrieved June 12, 2015, from <http://docs.alfresco.com/4.1/topics/sh-uh-welcome.html>
- Alfresco Software, Ltd. (2015k). *Sites* | *Alfresco Documentation*. Retrieved June 12, 2015, from <http://docs.alfresco.com/4.1/concepts/sites-intro.html>
- Alfresco Software, Ltd. (2015l). *Implementing a simple workflow* | *Alfresco Documentation*. Retrieved June 12, 2015, from <http://docs.alfresco.com/4.1/tasks/tuh-workflow-simple.html>
- Alfresco Software, Ltd. (2015m). *Tagging and categorizing content* | *Alfresco Documentation*. Retrieved June 12, 2015, from <http://docs.alfresco.com/community/tasks/site-content-tag.html>
- Anderson, J. R. (2001). *Kognitive Psychologie* (3rd Edition). Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Addison-Wesley.
- Anderson, T. (2008). *The theory and practice of online learning* (2nd Edition). Edmonton: AU Press.
- Apache Software Foundation. (2015). *Apache Lucene – Welcome to Apache Lucene*. Retrieved June 11, 2015, from <http://lucene.apache.org/>
- ARIADNE. (2015). *About | Ariadne*. Retrieved May 13, 2015, from <http://www.ariadne-eu.org/>
- Arnold, P. (2005). *Einsatz digitaler Medien in der Hochschullehre aus lerntheoretischer Sicht*. Retrieved June 11, 2015, from <http://www.e-teaching.org/didaktik/theorie/lerntheorie/arnold.pdf>
- Association for Talent Development (ATD). (2015). *Glossary*. Retrieved June 8, 2015, from <https://www.td.org/Publications/Newsletters/Learning-Circuits/Glossary>
- Ateveh, K., & Lockemann, P. C. (2006). Reuse- and Aspect-Oriented Courseware Development. *Educational Technology & Society*, 9(4), 95–113.
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). *Human memory: A proposed system and its control processes*. In K. W. Spence, & J. T. Spence (Eds.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (pp. 89–195). New York: Academic Press.

- Bachmann, G., Dittler, M., Lehmann, T., Glotz, D., & Rösel, F. (2002). Das Internetportal „LearnTech-Net“ der Universität Basel: Ein Online-Supportsystem für Hochschuldozierende im Rahmen der Integration von E-Learning in den Präsenzunterricht. In G. Bachmann, O. Haefeli, & M. Kindt (Eds.), *Campus 2002. Die virtuelle Hochschule in der Konsolidierungsphase* (pp. 87–97). Münster: Waxmann.
- Back, A., Bendel, O., & Stoller-Schai, D. (2001). *E-Learning im Unternehmen. Grundlagen – Strategien – Methoden – Technologien*. Zürich: Orell Füssli.
- Bajnai, J., & Lischka, J. (2004). Planning and Simulation in an E-Learning Engineering Framework. In L. Cantoni, & C. McLoughlin (Eds.), *Proceedings of World Conference on Educational Media and Technology 2004* (pp. 3265–3269). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Ballstaedt, S.-P. (1997). *Wissensvermittlung. Die Gestaltung von Lernmaterialien*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Balzert, H. (2008). *Lehrbuch der Softwaretechnik. Softwaremanagement*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Banse, G. (1999). Entwerfen im Spannungsfeld von Methodik, Heuristik und Kreativität. *Entwerfen Kreativität und Materialisation* 6(1). Berlin: Wolkenkuckucksheim.
- Banse, G. (2000). Überlegungen zu einer Wissenschaftstheorie der Ingenieurwissenschaften. In V. Gorokhov (Ed.), *Jahrbuch des Deutsch-Russischen Kollegs 1999-2000* (pp. 152–158).
- Banse, G., Grunwald, A., König, W., & Rapohl, G. (Eds.). (2006). *Erkennen und Gestalten: Eine Theorie der Technikwissenschaften*. Berlin: Sigma.
- Bass, L., Clements, P., & Kazman, R. (2003). *Software architecture in practice*. Boston: Addison-Wesley.
- Baumgartner, P. (2001). Webbasierte Lernumgebungen – neue Ansätze zum Lernen. In G. Weißeno (Ed.), *Politikunterricht im Informationszeitalter: Medien und neue Lernumgebungen* (90–104). Schwalbach/Ts: Wochenschau-Verlag.
- Baumgartner, P. (2007). Didaktische Arrangements und Lerninhalte – Zum Verhältnis von Inhalt und Didaktik im E-Learning. In P. Baumgartner, & G. Reinmann (Eds.), *Überwindung von Schranken durch E-Learning* (pp. 149–176). Innsbruck-Wien-Bozen: Studien-Verlag.
- Baumgartner, P., & M. Kalz (2005). Wiederverwendung von Lernobjekten aus didaktischer Sicht. In D. Tavangarian, & K. Nölting (Eds.), *Auf zu neuen Ufern! E-Learning heute und morgen, Medien in der Wissenschaft, Band 34* (pp. 97–106). Münster: Waxmann.
- Baumgartner, P., Häfele, H., & Maier-Häfele, K. (2002a). Learning Management Systeme: Ergebnisse einer empirischen Studie – Evaluationsdesign und Auswahlempfehlungen. In G. Bachmann, O. Haefeli, & M. Kindt (Eds.), *Campus 2002. Die virtuelle Hochschule in der Konsolidierungsphase* (pp. 287–296). Münster: Waxmann.
- Baumgartner, P., Häfele, H., & Maier-Häfele, K. (2002b). E-Learning Standards aus didaktischer Perspektive. In G. Bachmann, O. Haefeli, & M. Kindt (Eds.), *Campus 2002. Die virtuelle Hochschule in der Konsolidierungsphase* (pp. 277–286). Münster: Waxmann.
- Baumgartner, P., Häfele, H., & Maier-Häfele, K. (2004). *Content-Management-Systeme in e-Education. Auswahl, Potenziale und Einsatzmöglichkeiten*. Innsbruck: Studien-Verlag.

- Bernhardt, T., & Kirchner, M. (2007). *E-Learning 2.0 im Einsatz*. Boizenburg: Hülsbuch.
- Bhandari, A., Choudhary, V., & Majmudar, P. (2012). *Alfresco Share: Enterprise collaboration and efficient social content management*. Birmingham: Packt Publishing.
- blueCubs.com. (2013). *Xinco DMS – Document and Information Management System – User and Administration Guide*. Retrieved June 9, 2015, from http://heanet.dl.sourceforge.net/project/xinco/Docs%20_%20Guides%20_%20Info/xinco%20DMS%20User%20and%20Admin%20Guide%20-%202.00.05/xinco-DMS-UserAdminGuide.pdf
- Boehm, B. W. (1988). A Spiral Model of Software Development and Enhancement. *Computer*, 21(5), 61–72.
- Bongers, F., Hassel, M., & Stöckl, A. (2013). *Einstieg in Typo3 CMS6*. Bonn: Galileo.
- Broßmann, M., & Mödinger, W. (2011). *Praxisguide Wissensmanagement. Qualifizieren in Gegenwart und Zukunft . Planung, Umsetzung und Controlling in Unternehmen*. Heidelberg: Springer.
- Broy, M., & Kuhrmann, M. (2013). *Projektorganisation und Management im Software Engineering*. Heidelberg: Springer Vieweg.
- Bröhl, A.-P., & Dröschel, W. (Eds.). (1995). *Das V-Modell: Der Standard für die Softwareentwicklung mit Praxisleitfaden* (2nd Edition). München: Oldenburg.
- Bunse, C., & Knethen, A. v. (2008). *Vorgehensmodelle kompakt*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Büchner, A. (2008). *Moodle administration. An administrator's guide to configuring, securing, customizing, and extending Moodle*. Birmingham: Packt Publishing.
- Böhringer, J., Bühler, P., & Schlaich, P. (2008). *Kompendium Mediengestaltung. Konzeption und Gestaltung für Digital- und Printmedien* (4th Edition). Heidelberg: Springer.
- Caruana, D., Newton, J., Farman, M., Uzquiano, G. M., & Roast, K. (2010). *Professional Alfresco: Practical solutions for enterprise content management*. Indianapolis: Wiley Publishing.
- CERF. (1998). *I REMEMBER IANA*. Retrieved June 8, 2015, from <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc2468.txt>
- Cesarini, M., Monga, M., & Tedesco, R. (2004). Carrying on the e-Learning process with a Workflow Management Engine. In H. M. Haddad, A. Omicini, R. L. Wainwright, & L. M. Liebrock (Eds.), *Proceedings of the 2004 ACM symposium on Applied Computing*, (pp. 14–17). New York: ACM Press.
- Chan, C. H., & Robbins, L. I. (2006). E-Learning Systems: promises and pitfalls. *Academic Psychiatry*, 30(6), 491–497.
- Cisco Systems. (1999). *Cisco Systems Reusable Information Object Strategy Definition, Creation Overview, and Guidelines*. Retrieved June 10, 2015, from https://www.mindmeister.com/generic_files/get_file/519411?filetype=attachment_file
- Cisco Systems. (2003). *Reusable Learning Object Strategy: Designing and Developing Learning Objects for Multiple Learning Approaches*. Retrieved June 10, 2015, from http://www.e-novalia.com/materiales/LOW__07_03.pdf

- Clark, M. J., & Paivio, A. (1991). Dual coding theory and education. *Educational Psychology Review*, 3(3), 149–210.
- Clark, R. C. (2008). *Developing technical training: A structured approach for developing classroom and computer-based instructional materials*. San Francisco: Pfeiffer.
- Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2011). *E-Learning and the Science of Instruction. Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning* (3rd Edition). San Francisco: Pfeiffer.
- Conole, G. (2004). E-Learning: The Hype and the Reality. *Journal of Interactive Media in Education*, 2004(2), 21–39.
- Cumberlidge, M. (2007). *Business process management with Jboss jBPM: A practical guide for business analysts*. Birmingham: Packt Publishing.
- Deubel, P. (2003). An Investigation of Behaviorist and Cognitive Approaches to Instructional Multimedia Design. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 12(1), 63–90.
- Deutsches Institut für Fernstudienforschung an der Universität Tübingen (DIFF). (2000). *Planung, Entwicklung, Durchführung von Fernstudienangeboten: Eine Handreichung*. Tübingen: DIFF.
- Dittler, U., Krameritsch, J., Nistor, N., Schwarz, C., & Thillosen, A. (Eds.). (2009). *E-Learning: eine Zwischenbilanz: Kritischer Rückblick als Basis eines Aufbruchs*. Münster: Waxmann.
- Dix, A. J., Finlay, J., Abowd, G. D., & Beale R. (2003). *Human-computer interaction*. Harlow, England: Pearson.
- Duddeck, H. (2010). „Aus Schaden wird man klug ...? Wie Technik Wissen gewinnt“. In K. Kornwachs (Ed.), *Technologisches Wissen. Entstehung, Methoden, Strukturen* (pp. 17–59). Heidelberg: Springer.
- Däßler, R. (2013). *MySQL 5* (2nd Edition). Heidelberg: bhv.
- Ebner, M., Schön, S., & Nagler, W. (2011). Einführung – Das Themenfeld „Lernen und Lehren mit Technologien“. In M. Ebner, & S. Schön (Eds.), *Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien*. Retrieved May 5, 2015, from <http://l3t.eu/homepage/das-buch/ebook-2013/kapitel/o/id/109/name/einfuehrung>
- E-Teaching.org. (2015). *Produkte — e-teaching.org*. Retrieved June 14, 2015, from <https://www.e-teaching.org/technik/produkte/>
- Euler, D. (2001). Selbstgesteuertes Lernen mit Multimedia und Telekommunikation gestalten. In A. Hohenstein, & K. Wilbers (Eds.), *Handbuch E-Learning. Expertenwissen aus Wissenschaft und Praxis Strategien, Instrumente, Fallstudien* (pp. 1–19). Köln: Deutscher Wirtschaftsdienst.
- Euler, D., & Seufert, S. (2005). Change Management in der Hochschullehre: Die nachhaltige Implementierung von e-Learning-Innovationen. *Zeitschrift für Hochschuldidaktik*, 3, 3–15. Retrieved June 14, 2015, from <http://www.zfhe.at/index.php/zfhe/article/view/187/314>
- Flender, J. (2002). *Didaktisches Audio-Design . Musik als instruktionales Gestaltungsmittel in hyper-medial basierten Lehr-Lern-Prozessen*. Lengerich: Pabst.
- Forest, E. (2014). *The ADDIE Model: Instructional Design | Educational Technology*. Retrieved June 8, 2015, from <http://educationaltechnology.net/the-addie-model-instructional-design/>

- Franklin, T., & Harmelen, M. van (2007). *Web 2.0 for Content Learning and Teaching in Higher Education*. Retrieved May 5, 2015, from <http://www.jisc.ac.uk/media/documents/programmes/digitalrepositories/web2-content-learning-and-teaching.pdf>
- Franz, M. (2008). *Freie App-Server im Vergleich: Tomcat vs. Geronimo vs. Jboss vs. GlassFish – computerwoche.de*. Retrieved June 14, 2015, from <http://www.computerwoche.de/a/tomcat-vs-geronimo-vs-jboss-vs-glassfish,1873146>
- Freed, N., & Klensin, J. (2005). *Media Type Specifications and Registration Procedures*. Retrieved June 8, 2015, from <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc4288.txt>
- Fritzsche, M., & Keil, P. (2007). *Kategorisierung etablierter Vorgehensmodelle und ihre Verbreitung in der deutschen Software-Industrie*. München: Technische Universität.
- Gertsch, F. (2006). *Das Moodle Praxisbuch. Online-Lernumgebung einrichten, anbieten und verwalten*. München: Addison-Wesley.
- Gnatz, M. (2005). *Vom Vorgehensmodell zum Projektplan*. Technische Universität München: Technische Universität.
- Hambach, S. (2004a). Multimedia-Gestaltung. Prozessorientierte Qualitätssicherung am Beispiel des Lernangebotes. *Traditio et innovatio*, 9(2), 24–25.
- Hambach, S. (2004b). Vorgehensmodelle für die Entwicklung von e-Learning-Angeboten. In G. Engels, & S. Seehusen (Eds.), *DeLFI 2004: Tagungsband der 2. E-Learning Fachtagung Informatik* (pp. 319–330). Bonn: GI.
- Hambach, S. (2008). *Systematische Entwicklung von E-Learning-Angeboten: Vorgehensmodell und Entwicklungsumgebung*. Stuttgart: Fraunhofer IRB.
- Hambach, S., & Urban, B. (Eds.) (2006). *E-Learning-Angebote systematisch entwickeln. Ein Leitfaden*. Stuttgart: Fraunhofer IRB.
- Haug, S., & Wedekind, J. (2009). „Adresse nicht gefunden“ – Auf den digitalen Spuren der E-Teaching-Förderprojekte. In U. Dittler, J. Krameritsch, N. Nistor, C. Schwarz, & A. Thillosen (Eds.), *E-Learning: eine Zwischenbilanz: Kritischer Rückblick als Basis eines Aufbruchs* (pp. 19–37). Münster: Waxmann.
- Herrmann, D., Verse-Herrmann, A., Rosenbusch, S., & Hertwig, S. (2001). *Ingenieurwissenschaften: die Studienmappe für ein maßgeschneidertes Studium und den erfolgreichen Berufseinstieg*. Frankfurt am Main: Eichborn.
- Heyer, S. (2005). Vergleich von Lernobjektmodellen nach pädagogischen Gesichtspunkten. In B. Krämer (Ed.), *Forschungsberichte des Fachbereichs Elektrotechnik & Informationstechnik*, 9. Hagen: Fernuniversität.
- Hoffman, P., & Harris, S. (2006). *The Tao of IETF: A Novice's Guide to the Internet Engineering Task Force*. Retrieved June 14, 2015, from <http://www.ietf.org/rfc/rfc4677.txt>
- Hollingsworth, D. (1995). *Workflow Management Coalition. The Workflow Reference Model. Document Number TC00-1003*. Hampshire: The Workflow Management Coalition. Retrieved June 9, 2015, from <http://www.wfmc.org/standards/docs/tc003v11.pdf>.
- Hoppe, G. (2005). *Entwicklung strategischer Einsatzkonzepte für E-Learning in Hochschulen*. Lohman: Eul.

- Hunt, T. (2010). *A basic introduction to the Moodle architecture*. Retrieved June 14, 2015, from <http://de.slideshare.net/tjh1000/a-basic-introduciton-to-the-moodle-architecture-5442122>
- IANA. (2015a). *Media Types*. Retrieved June 14, 2015, from <http://www.iana.org/assignments/media-types/media-types.xhtml>
- IANA. (2015b). *IANA — About the Internet Assigned Numbers Authority*. Retrieved June 14, 2015, from <http://www.iana.org/about>
- IMS Global Learning Consortium. (2015). *IMS GLC: Background*. Retrieved June 9, 2015, from <http://www.imsglobal.org/background.html>
- JBoss. (2015a). *jBPM Documentation*. Retrieved June 11, 2015, from <http://docs.jboss.org/jbpm/v6.2/userguide/>
- JBoss. (2015b). *Chapter 1. Overview*. Retrieved June 11, 2015, from <http://docs.jboss.org/jbpm/v5.4/userguide/ch.overview.html#d0e163>
- Jechle, T., Markowski, K., & Dittler, U. (2006). E-Learning-Entwicklungsstand an Hochschulen. In P. A. Henning, & H. Hoyer (Eds.), *eLearning in Deutschland* (pp. 11–24). Berlin: uni-edition.
- Jeff, G., & Richard, A. (2003). *Large-scale software architecture. A practical guide using UML*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Jokiaho, A. (2015). Virtualisierung didaktischer Szenarien für die Hochschullehre (in review).
- Jokiaho, A., May, B., & Scherer, K. (2014). Vorlesungsaufzeichnungen: Ein Erfahrungsbericht aus der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg. In C. Spary (Ed.), *E-Learning: Bildung 2.0? Anforderungen auf dem elektronischen Weg der individualisierten Lernumgebungen*, 9 (pp. 122–136). Berlin: RabenStück.
- Jungmann, B. (2004). *Wiederverwendung von Lerninhalten im Spannungsfeld von Informationstechnik und Pädagogik*. Dresden.
- Kampffmeyer, U. (2003). *Enterprise Content Management – zwischen Vision und Realität*. Retrieved June 12, 2013, from www.project-consult.net/files/ECM_Whitepaper_20031027.pdf
- Kampffmeyer, U. (2006). Dokumentenmanagement in der Verwaltung. In M. Wind, & D. Kröger (Eds.), *Handbuch. IT in der Verwaltung* (pp. 445–501). Heidelberg: Springer.
- Kenworthy, N. (1993). When Johnny can't read: Multimedia design strategies to accommodate poor readers. *Journal of Instruction Delivery Systems*, Winter, 27–30.
- Kerres, M. (2001). *Multimediale und telemediale Lernumgebungen: Konzeption und Entwicklung*. München: Oldenbourg.
- Kerres, M. (2006). *Potenziale von Web 2.0 nutzen*. In A. Hohenstein, & K. Wilbers (Eds.), *Handbuch E-Learning*. Vorläufige Fassung. München: DWD.
- Kerres, M. (2013). *Mediendidaktik: Konzeption und Entwicklung mediengestützter Lernangebote* (4th Edition). München: Oldenbourg.
- Kindt, M., & Janicki, J. (2015). *DLR Projektträger - Hochschulforschung*. Retrieved Juni 8, 2015, from http://www.dlr.de/pt_hofo/

- Klaeren, H. (1994). Probleme des Software-Engineering. Die Programmiersprache – Werkzeug des Softwareentwicklers. *Informatik Spektrum*, 17(1), 21–28.
- Klein, M. (2002). *Courseware Engineering - ein Vorgehensmodell zur Erstellung von wiederverwendbaren, hypermedialen Kursen*. Universität Karlsruhe.
- Kloppenborg, T. J. (2012). *Contemporary Project Management*. Mason: South Western.
- Knowledge Based Systems. (1993). *Announcing the Standard for Integration Definition for Function Modeling* (IDEF0). Retrieved June 12, 2013, from <http://www.idef.com/pdf/idef0.pdf>
- KnowledgeTree. (2015). *Sales Enablement Application | Content to Accelerate Sales*. Retrieved June 11, 2015, from <http://www.knowledgetree.com/features/>
- Krause, J. (2005). *PHP 5 : Grundlagen und Profiwissen. Webserver-Programmierung unter Windows und Linux* (2nd Edition). Wien: Hanser.
- Kumar, S., Gankotiya, A. K., & Dutta, K. (2011). A comparative study of moodle with other e-learning systems. *Electronics Computer Technology (ICECT), 2011 3rd International Conference on*, 5, (414–418). Kanyakumari: IEEE.
- Kühnbaum-Grashorn, R. (2006). KnowledgeTree. Ordnung ist das halbe Leben. *T3N Magazin für Open Source und Typo3*, 3, 89.
- König, W. (2010). Werte, Wissen und Wissensintegration in den Technikwissenschaften. Systematische und historische Betrachtungen. In K. Kornwachs (Ed.), *Technologisches Wissen. Entstehung, Methoden, Strukturen* (pp. 63–80). Heidelberg: Springer.
- Laborenz, K., Wendt, T., Ertel, A., Dussoye P., & Hinz, E. (2006). *TYPO3 4.0. Das Handbuch für Entwickler*. Bonn: Galileo Press.
- Landesinitiative Neue Kommunikationswege Mecklenburg-Vorpommern. (2015). *LiNK MV e.V. / Handlungshilfen zur Qualitätssicherung*. Retrieved June 9, 2015, from http://www.linkmv.de/index.php?article_id=101
- Langer, I., Schulz von Thun, F., & Tausch, R. (2011). *Sich verständlich ausdrücken* (9th Edition). Basel: E. Reinhardt.
- Lehmann, M. (2006). *Data Access in Workflow Management Systems*. Alpen-Adria-Universität Klagenfurt. Berlin: Akademische Verlagsgesellschaft.
- Leuchter, S., & Urbas, L. (2004). Integrierter agiler Entwicklungsprozess für softwareintensive Mensch-Maschine-Systeme. In: C. Steffens, M. Thüning, & L. Urbas (Eds.), *Entwerfen und Gestalten*. 5. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine-Systeme (pp. 53–68). Düsseldorf: VDI.
- Liebhart, D. (2011). Die Aufgaben des WCM im Trend der Verschmelzung von Systemtypen. CMS, ECM, DMS... . *SHAREPoint Magazin*, 3, 45–49.
- Lin J., Ho C., Sadiq W., & Orlowska M. E. (2002). Using Workflow Technology to Manage Flexible e-Learning Services. *Educational Technology & Society*, 5(4). Retrieved June 14, 2015, from http://www.ifets.info/journals/5_4/lin.html
- Ludewig, J., & Lichter, H. (2007). *Software Engineering: Grundlagen, Menschen, Prozesse, Techniken*. Heidelberg: dpunkt.

- Maier-Häfele, K., & Häfele, H. (2005). *Open-Source-Werkzeuge für e-Trainings: Übersicht, Empfehlungen und Anleitungen für den sofortigen Seminareinsatz*. Bonn: ManagerSeminare.
- Mair, D. (2005). *E-Learning - das Drehbuch. Handbuch für Medienautoren und Projektleiter*. Heidelberg: Springer.
- Manes, A. (2006). Xinto DMS. Dokumentenverwaltung mit System. *T3N Magazin für Open Source und Typo3*, 3, 91.
- Marjanovic, O. (2005). Towards a Web-Based Handbook of Generic, Process-Oriented Learning Designs. *Educational Technology & Society*, 8(2), 66–82.
- Mayer, R. E. (2005). Cognitive theory of multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 31–48). Cambridge: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2th Edition). New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (1998). A split-attention effect in multimedia learning: Evidence for dual processing systems in working memory. *Journal of Educational Psychology*, 90(2), 312–320.
- Meinel, C., & Sack, H. (2004). *WWW: Kommunikation, Internetworking, Web-Technologien*. Berlin: Springer.
- Meredith, J. R., & Mantel, S.J. (2012). *Project Management: A Managerial Approach* (8th Edition). New York: John Wiley & Sons.
- Messerschmidt, R., & Grebe, R. (2005). Zwischen Visionäre und Euphorie und praktischer Ernüchterung. Informations- und Bildungstechnologien der vergangenen fünfzig Jahre. *QUEM-report Schriften zur beruflichen Weiterbildung*, (91), 5–218. Retrieved June 8, 2015, from <http://www.abwf.de/content/main/publik/report/2005/report-91.pdf>
- Meyer, R. (2014). *Praxiswissen Typo3 CMS Version 6.2* (7th Edition). Köln: O'Reilly.
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63(2), 81–97.
- Moodle. (2015a). *Moodle architecture - MoodleDocs*. Retrieved June 14, 2015, from https://docs.moodle.org/dev/Moodle_architecture
- Moodle. (2015b). *Overview - MoodleDocs*. Retrieved June 14, 2015, from <https://docs.moodle.org/dev/Overview>
- Moodle. (2015c). *Development: Developer documentation - MoodleDocs*. Retrieved June 14, 2015, from https://docs.moodle.org/27/en/Development:Developer_documentation
- Myers, D. G. (2005). *Psychologie*. Heidelberg: Springer Medizin.
- Netcraft. (2015). *Web Server Survey | Netcraft*. Retrieved June 11, 2015, from <http://news.netcraft.com/archives/category/web-server-survey/>
- Niegemann, H. M., Domagk, S., Hessel, S., Hein, A., Hupfer, M., & Zobel, A. (2008). *Kompendium multimediales Lernen*. Heidelberg: Springer.
- Niegemann, H. M., Hessel, S., Hochscheid-Mauel, D., Aslanski, K., Deimann, M., & Kreuzberger, G. (2004). *Kompendium E-Learning*. New York: Springer.
- Niegemann, H., M. (2001). *Neue Lernmedien. Konzipieren, entwickeln, einsetzen*. Bonn: Huber.

- Nielsen, J. (1994). *Usability Engineering* (Updated Edition). San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers.
- Nieva, R. (2012). *KnowledgeTree says trust your customers, they might surprise you* | PandoDaily. Retrieved June 11, 2015, from <http://pando.com/2012/12/17/knowledgetree-says-trust-your-customers-they-might-surprise-you/>
- O'Reilly, T. (2005). *What Is Web 2.0 – Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software*. Retrieved June 8, 2015, from <http://www.oreilly.com/pub/a/web2/archive/what-is-web-20.html>
- Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, W., & Grote, K.-H. (2007). *Konstruktionslehre. Grundlagen*. Berlin: Springer.
- Parthey, H., & Schlottmann, D. (1986). Problemtypen in den Technikwissenschaften. In G. Banse, & H. Wendt (Eds.), *Erkenntnismethoden in den Technikwissenschaften* (pp. 44–53). Berlin: Verlag Technik.
- PAS 1032-1. (2004). *Aus- und Weiterbildung unter besonderer Berücksichtigung von e-Learning – Teil 1: Referenzmodell für Qualitätsmanagement und Qualitätssicherung – Planung, Entwicklung, Durchführung und Evaluation von Bildungsprozessen und Bildungsangeboten*. Berlin: Beuth.
- PAS 1032-2. (2004). *Aus- und Weiterbildung unter besonderer Berücksichtigung von e-Learning - Teil 2: Didaktisches Objektmodell – Modellierung und Beschreibung didaktischer Szenarien*. Berlin: Beuth.
- Pawlik, K. (Ed.). (2006). *Handbuch Psychologie: Wissenschaft – Anwendungen – Berufsfelder*. Heidelberg: Springer Medizin.
- Polsani, P. R. (2003). Use and Abuse of Reusable Learning Objects. *Journal of Digital Information*, 3(4). Retrieved June 10, 2015, from <http://journals.tdl.org/jodi/article/view/89/88>
- Potts, J. (2008). *Alfresco Developer Guide*. Birmingham: Packt Publishing.
- Praktische Informatik, Abteilung Informationssysteme. (2015). *Abteilung IS: E-Learning Engineering*. Retrieved January 20, 2011, from http://www-is.informatik.uni-oldenburg.de/f_earning/
- Punjabukkana, P., Sowanwanichakul, B., & Suchato, A. (2006). RELAD: A Rapid eLearning Authoring and Development Model. *Third International Conference on eLearning for Knowledge-Based Society, August 3-4, 2006, Bangkok, Thailand*, (43.1–43.2).
- Rey, G. D. (2009). *E-Learning: Theorien, Gestaltungsempfehlungen und Forschung*. Bern: Huber.
- Richardson, W. (2006). *Blogs, wikis, podcasts, and other powerful web tools for classrooms*. Thousand Oaks: Corwin.
- Ripfel, F., Meyer, M., & Höppner, I. (2010). *Das TYPO3 Profihandbuch: Der Leitfaden für Entwickler und Administratoren zu Version 4.3*. München: Addison-Wesley.
- Roth, A. (2008). *Spezifikation und Entwicklung universitärer Lern- und Arbeitsumgebungen*. Universität Paderborn.
- Rotz, B. von. (2006). Alfresco. Enterprise Content Management System goes Open Source. *T3N Magazin für Open Source und TYPO3*, 3, 90.

- Royce, W. W. (1970). Managing the Development of Large Software Systems: Concepts and Techniques. *Technical Papers of Western Electronic Show and Convention (WesCon)*. Retrieved June 14, 2015, from <http://www.cs.umd.edu/class/spring2003/cmsc838p/Process/waterfall.pdf>
- Rustici, M. (2009). *SCORM - SCORM 2004 4th Edition » SCORM*. Retrieved June 14, 2015, from <http://scorm.com/blog/2009/01/scorm-2004-4th-edition/>
- Rücker, B. (2005). Geschäft(ige) Prozesse. jBPM - Ein Erfahrungsbericht. *JavaSPEKTRUM*, 6, 47–50. Retrieved June 9, 2015, from http://camunda.com/download/JavaSpektrum0605_ruecker_jbpm.pdf
- Santoro, F., Borges, M., & Santos, N. (2003). Using Workflow Concepts to Support Collaborative Project-Based Learning. In D. Lassner, & C. McNaught (Eds.), *Proceedings of World Conference on Educational Media and Technology 2003*, 140–147. Honolulu: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Schatten, A., Biffi, S., Demolsky, M., Gostischa-Franta, E., Österreicher, T., & Winkler, D. (2010). *Best Practice Software-Engineering: eine praxiserprobte Zusammenstellung von komponentenorientierten Konzepten, Methoden und Werkzeugen*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Scheffer, U. (2002). *E-Learning: Die Revolution des Lernens gewinnbringend einsetzen*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Scherff, J. (2007). *Grundkurs Computernetze: eine kompakte Einführung in die Rechnerkommunikation – Anschaulich, verständlich, praxisnah*. Wiesbaden: Vieweg.
- Schmidt, A. (2004). Kontextgesteuertes E-Learning in Unternehmensumgebungen: Der „Learning in Process“-Ansatz. In G. Engels, & S. Seehusen (Eds.), *DeLFI 2004: Tagungsband der 2. e-Learning Fachtagung Informatik* (pp. 259–270). Bonn: GI.
- Schmutz, G. (2005). Java Entwicklung leicht(er) gemacht — Einführung in das Spring Framework. *Trivadis Whitepaper*. Retrieved June 9, 2015, from http://www.trivadis.com/sites/default/files/downloads/spring_introduction_0605DE.pdf
- Schnotz, W. (2005). An integrated model of text and picture comprehension. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 49–69). Cambridge: Cambridge University Press.
- Schulmeister, R. (2002). *Grundlagen hypermedialer Lernsysteme: Theorie - Didaktik - Design*. München: Oldenbourg.
- Schulmeister, R. (2005). *Lernplattformen für das virtuelle Lernen. Evaluation und Didaktik* (2nd Edition). München: Oldenbourg.
- Schulmeister, R. (2006). *eLearning: Einsichten und Aussichten*. München: Oldenbourg.
- Schulmeister, R. (Ed.). (2013). *MOOCs – Massive Open Online Courses: Offene Bildung oder Geschäftsmodell?* Münster: Waxmann.
- Seufert, S., & Euler, D. (2005). Learning Design: Gestaltung eLearning-gestützter Lernumgebungen in Hochschulen und Unternehmen. In S. Seufert, & D. Euler (Eds.), *SCIL-Arbeitsbericht 5*. Retrieved June 8, 2015, from <http://www.scil.unisg.ch/~media/Internet/Content/Dateien/InstituteUndCenters/IWP-scil/Arbeitsberichte/scilAB-05.pdf>

- Shariff, M. (2013). *Alfresco 4 Enterprise Content Management Implementation*. Birmingham: Packt Publishing.
- Shariff, M., Bhandari, A., Coudhary, V., & Majmudar, P. (2009). *Alfresco 3 Enterprise Content Management Implementation*. Birmingham: Packt Publishing.
- Shaw, M. (1990). *Prospects for an engineering discipline of software*. Pittsburgh: School of Computer Science, Carnegie Mellon University.
- Shenhar, A. J., & Dvir, D. (2007). *Reinventing Project Management: The Diamond Approach to Successful Growth and Innovation*. Boston: Harvard Business school Press.
- Siever, E., Figgins, S., Love, R., & Robbins, A. (2009). *Linux in a nutshell* (6th Edition). Sebastopol: O'Reilly.
- Stapelkamp, T. (2013). *Informationsvisualisierung. Web - Print – Signaletik. Erfolgreiches Informationsdesign: Leitsysteme, Wissensvermittlung und Informationsarchitektur*. Berlin Heidelberg: Springer.
- Stracke, C. M. (2007). Kategoriales Referenzmodell für E-Learning-Standards und E-Learning-Standardisierung im Überblick. In G. Reinmann, A. Back, P. Baumgartner, & R. Schulmeister (Eds.), *Zeitschrift für Elearning, Lernkultur und Bildungstechnologie, E-Learning Standards*(2), 8-20.
- Strickland, J. (2008). *How Web 3.0 Will Work*. Retrieved June 8, 2015, from <http://computer.howstuffworks.com/web-30.htm>
- Sun Microsystems. (2015). *Java Platform, Enterprise Edition (Java EE) | Oracle Technology Network | Oracle*. Retrieved June 15, 2015, from <http://www.oracle.com/technetwork/java/javaee/overview/index.html>
- SWAMP. (2008). *SWAMP Workflow Administration and Management Platform*. Retrieved June 11, 2015, from <http://swamp.sourceforge.net/>
- Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty and instructional design. *Learning and Instruction*, 4, 295–312.
- Sweller, J. (2005). Implications of cognitive load theory for multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 19–30). Cambridge: Cambridge University Press.
- Tesar, M., Pucher, R., Stöckelmayr, K., Metscher, J., Vohle, F., & Ebner M. (2011). Interaktive, multimediale Materialien - Gestaltung von Materialien zum Lernen und Lehren. In M. Ebner, & S. Schön (Eds.), *Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien*. Retrieved May 5, 2015, from <http://l3t.eu/homepage/das-buch/ebook-2013/kapitel/o/id/98/name/multimediale-und-interaktive-materialien>
- The MASIE Center. (2003). *Making Sense of Learning Specification & Standards: A Decision Maker's Guide to their Application* (2nd Edition). Saratoga Springs: The MASIE Center.
- The MASIE Center. (2015). *The Learning CONSORTIUM*. Retrieved June 9, 2015, from <http://masie.com/MASIE-Information/the-learning-consortium.html>
- Thissen, F. (2003). *Kompodium Screen-Design : effektiv informieren und kommunizieren mit Multimedia* (3rd Edition). Heidelberg: Springer.

- Ullenboom, C. (2012). *Java 7 - mehr als eine Insel das Handbuch zu den Java-SE-Bibliotheken*. Bonn: Galileo Press.
- Universität Rostock. (2015). <ML>³ - *Multidimensional LearningObjects and Modular Lectures Markup Language*. Retrieved June 10, 2015, from http://www.ml-3.org/index_dimensions.html
- W3C. (2015a). *About W3C*. Retrieved June 14, 2015, from <http://www.w3.org/Consortium/>
- W3C. (2015b). *Media Types*. Retrieved June 8, 2015, from <http://www.w3.org/TR/CSS2/media.html>
- W3C. (2015c). *The SMIL 2.1 Media Object Modules*. Retrieved June 8, 2015, from <http://www.w3.org/TR/SMIL2/extended-media-object.html>
- Waitzman, D. (1990). *RFC 1149 - Standard for the transmission of IP datagrams on avian carriers*. Retrieved June 8, 2015, from <http://tools.ietf.org/html/rfc1149>
- Weber, W. (2008). *Kompodium Informationsdesign*. Berlin: Springer.
- Weichelt, T. (2004). Entwicklung einer E-Learning-Anwendung zum kompetenzprofil- und ontologie-basierten Wissensmanagement – Modul 1: Grundlagen. *KOWIEN-Projektbericht*, 5.
- Versteegen, G., & Dietrich, N. (Eds.). (2002). *Management-Technologien: Konvergenz von Knowledge, Dokumenten-, Workflow- und Contentmanagement*. Berlin: Springer.
- Weyhing, M., & Arnold, H. (2006). Was ist eigentlich Dokumentenmanagement. *T3N Magazin für Open Source und Typo3*, 3, 87–88.
- Wiley, D., A. (2000). Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, a metaphor, and a taxonomy. In D. A. Wiley (Ed.), *The Instructional Use of Learning Objects* (pp. 3–23). Bloomington: The Agency for Instructional Technology.
- V-Modell^{XT}. (2006). *V-Modell® XT*. Retrieved May, 15, 2015, from <http://ftp.tu-clausthal.de/pub/institute/informatik/v-modell-xt/Releases/1.4/Dokumentation/V-Modell%20XT%20HTML/index.html>
- Voigt, D., & Tavangarian, D. (2003). <ML>³ Multidimensional Learningobjects And Modular Lectures Markup Language. Technischer Bericht. Rostock: Universität.
- Wäger, M. (2010). *Grafik und Gestaltung. Das umfassende Handbuch*. Bonn: Galileo Press.
- Zentrum für Graphische Datenverarbeitung. (2006). *ELQ – E-Learning Qualität*. Mecklenburg-Vorpommern.
- Zimbardo, P. G., & Gerrig, R. J. (2004). *Psychologie* (16th Edition). München: Pearson Studium.

Anhang A: Medienobjekte

Medientypen der IETF (RFC 4288)

Text Media Types. Ein *Text Media Type* ist eine Material, das prinzipiell in textueller Form vorliegt. Ein Charset muss angegeben werden. Das Text Medienobjekt kann zwischen *plain text* und *richt text* unterschieden werden. *Rich text* kennt einfache Formatierungsanweisungen, wohingegen *plain text* keine Formatierung kennt.

Image Media Types. Der Medientyp *Image Media Type* weist darauf hin, dass es sich um ein Bild handelt und der Inhalt eine spezielle Hardware zur Darstellung benötigt. Der Subtype gibt das Format des Bildes wieder.

Audio Media Types. Der Medientyp *Audio Media Types* deutet darauf hin, dass der Inhalt *audio* beinhaltet.

Video Media Types. Ein Medientyp *Video Media Types* beinhaltet Bilder die zeitgesteuert dargestellt werden, wenn möglich in Farbe und mit Audio. Der Medientyp wird sehr weitläufig betrachtet und soll absichtlich keine weiteren Unterteilungen in Animation, Comic oder Sonstiges machen. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es Formate für die Synchronisation von Video, Audio und Text gibt.

Application Media Types. Der *Application Media Types* steht für Inhalte, die den bisherigen Typen nicht entsprechen und eine eigene Anwendung für die Präsentation benötigen. Die Autoren weisen auf sicherheitsrelevante Probleme hin, da Anwendungen auf dem eigenen Computer laufen.

Multipart and Message Media Types. Der *Multipart and Message Media Types* ist ein zusammengesetzter Medientyp.

Additional Top-level Types. Der *Additional Top-level Type* kommt immer dann zum Einsatz, wenn ein Inhalt keinen dieser Medientypen zugeordnet werden kann und ein neuer Medientyp definiert werden muss.

Medieninhalte des W3C

all. Beinhaltet alle nun folgenden Medientypen. Das bedeutet, dass der Inhalt auf allen Endgeräten abgespielt werden kann.

aural. Der Inhalt soll auf Sprachsynthesizern ausgegeben werden. Die Sprache kann emotionale Parameter zugewiesen bekommen, wie Stress.

braille. Braille ist ein Endgerät, das es Blinden ermöglicht, Texte zu lesen. Es handelt sich um ein eigenständiges Gerät, das zusätzlich an den Computer angeschlossen wird.

embossed. *Embossing* ist eine Technik, um drei-dimensional zu drucken, also beispielsweise einen Prägedruck zu erzeugen. Bezogen auf das Endgerät dient es wiederum blinden Menschen zum Lesen von Text.

handheld. Handhelds sind kleinere Geräte die zwar ebenfalls digitale Information darstellen können, teilweise aber eine eingeschränkte Anzahl an Farben aufweisen, eine kleinere Anzeige haben oder auch über eine geringere Übertragungsrate verfügen.

print. Mit *print* sind an dieser Stelle nicht nur Ausdrücke gemeint, sondern auch eine Druckansicht beispielsweise bei Internetseiten oder anderen Dokumenten.

projection. *Projection* sind Präsentationen mit digitalen Geräten wie einem Beamer.

screen. *Screen* ist das hauptsächliche Ausgabegerät von digitalen Informationen, nämlich der Bildschirm.

tty. Unter *tty* versteht das W3C alle Ausgabegeräte, egal ob Handheld, Terminal oder Handy, die über eine feste Auflösung bei dem Display verfügen.

tv. *Tv* besitzt ebenfalls besondere Eigenschaften, die bei der Darstellung von Inhalten wichtig ist, wie die Varianz von einer geringen Auflösung (Standard TV hat eine Auflösung von 768 x 576 Pixeln wohingegen HDTV über eine weitaus höhere Auflösung verfügt).

zusätzliche SMIL Medienobjekte

animation. Die Animation ist eine Folge von Vektorengrafiken oder anderen animierten Formaten.

textstream. Der Textstream ist ein Textdokument mit Informationen über die zeitliche Veränderung vom Aussehen des Textdokumentes.

Anhang B: IDEF0

IDEF_x ist eine Familie von Softwarebeschreibungssprachen, die von der *Integrated Computer Aided Manufacturing* (ICAM), eine Initiative der *U.S. Air Force* zur Standardisierung von computerintegrierten Produkten, entwickelt wurde. IDEF_x beruht auf *Structured Analysis and Design Technique* (SADT), eine Technik zur Beschreibung von Systemen und ist aufgrund der einfachen Darstellung weit verbreitet. Von besonderem Interesse ist für diese Arbeit die Prozessbeschreibungssprache IDEF0 (Knowledge Based Systems, 1993).

IDEF0

Icam DEfinition for Function Modeling (IDEF0) ist eine Ende der 1980er Jahre entwickelte Modellierungssprache zur Darstellung komplexer Vorgänge und Prozesse. In diesem Funktionsmodell werden Beziehungen zwischen Aktivitäten, *Inputs* (eingehende Informationen), *Mechanism* (Methoden, Software, Templates und Werkzeugen), *Controls* (kontrollierende Einflüsse, wie Literatur, Checklisten, etc.) und *Outputs* (ausgehende Informationen) verdeutlicht. Die IDEF0-Notation verfügt über Rechtecke für Tätigkeiten beziehungsweise Prozesse, deren Aufgabe es ist mittels eingehenden Informationen, Kontrollmechanismen und geeigneten Methoden und Werkzeugen ausgehende Informationen zu produzieren. Die Rechtecke sind mit Verben oder Verbphrasen zu beschriften, wie beispielsweise „Vorlesungsart bestimmen“ (Knowledge Based Systems, 1993). Die Pfeile verdeutlichen die Zusammenhänge zwischen den Tätigkeiten, abhängigen Dokumenten, Methoden, Werkzeuge und dem Informationsfluss und werden mit Nomen gekennzeichnet. Die *Inputs* können reale Daten und Objekte sein, die zur Verarbeitung benötigt werden. Ziel der IDEF0-Methode ist eine hierarchische Wiedergabe der Prozesse und durch das Aufspalten der Hauptprozesse und Unterprozesse immer detailreichere Beschreibung der eigentlichen Tätigkeiten.

Top-Level Context Diagram. Das *Top-Level Context Diagram* ist das oberste Diagramm eines IDEF0-Modells und dient zur groben Übersicht der Prozesse. Im *Top-Level Context Diagram* darf nur ein Prozess verwendet werden. Das Diagramm trägt den Namen A-0. Bei weniger komplexen Prozessen reicht manchmal ein übergeordnetes Diagramm aus, um die Abläufe zu demonstrieren (Knowledge Based Systems, 1993).

Parent Diagram. Ein *Parent Diagram* enthält eine oder mehrere untergeordnete Diagramme und kann gleichzeitig ein *Parent Diagram* und ein *Child Diagram* sein (Knowledge Based Systems, 1993).

Child Diagram. Bei erhöhter Komplexität der Prozesse kann ein einzelner Prozess in einem weiteren untergeordneten Diagramm genauer beschrieben werden. Dieser *Child Process* kann wiederum untergeordnete Diagramme beinhalten (Knowledge Based Systems, 1993).

Abbildung A-B.1 zeigt den Zusammenhang zwischen *Parent Diagram* und *Child Diagram*. Als Erstes ist *Top-Level Context Diagram* mit der Bezeichnung Funktionsname und den Kontrollgrößen *Input*, *Control*, *Output*, und *Mechanism* zu sehen. Das *Top-Level Context Diagram* hat den Namen *Knoten A-0* und wird durch die darauffolgende Darstellung *Knoten A0* näher beschrieben. Dieser Knoten besteht aus drei Prozessen mit den Namen Prozessname 1–3. Prozessname 3 wird in der kommenden Darstellung *Knoten A3* wiederum detaillierter gezeigt. *Knoten A0* ist in dieser Darstellung *Parent Diagram* und *Child Diagram* wohingegen, *Knoten A3* nur ein *Child Diagram* ist.

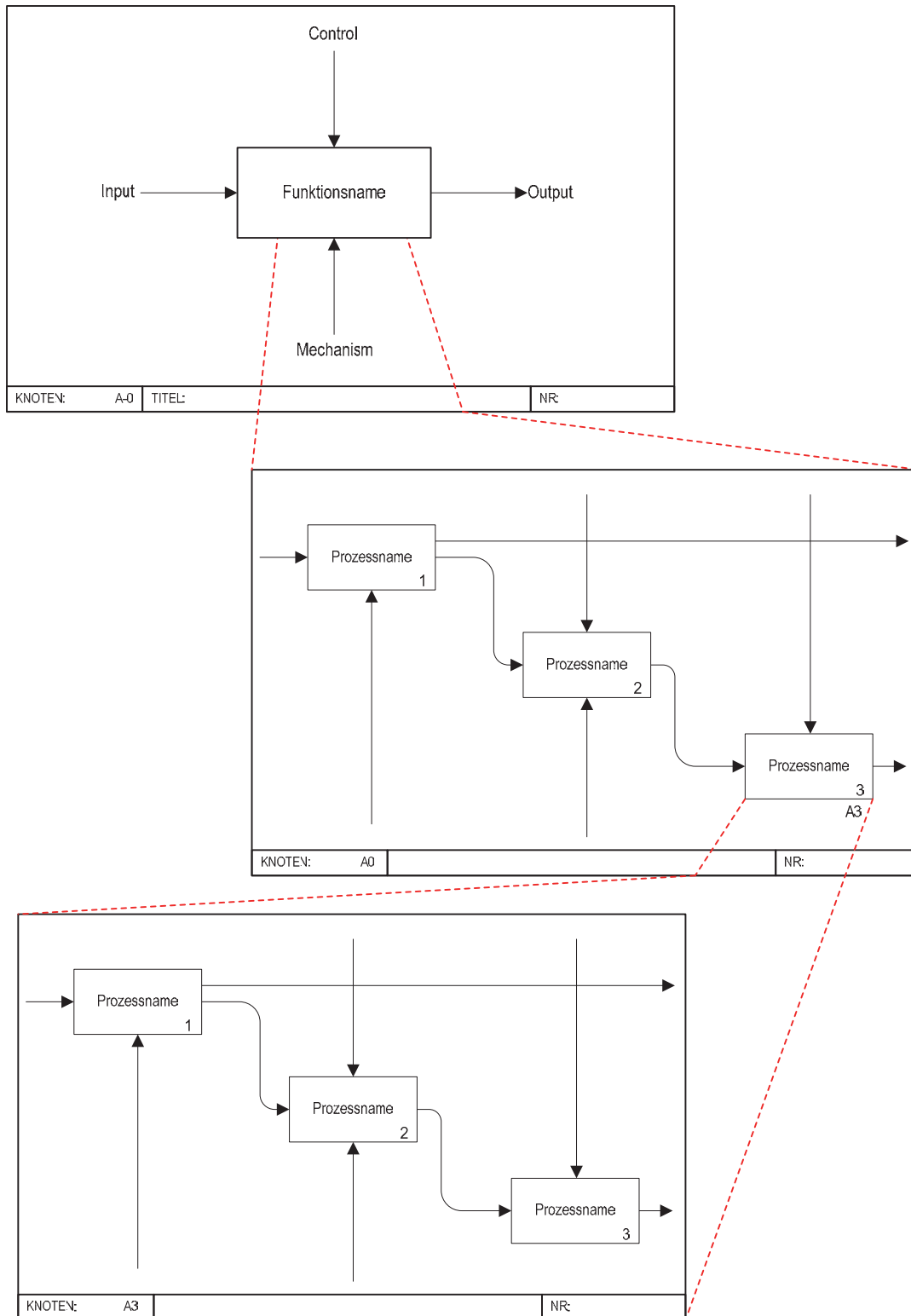


Abbildung A-B.1 IDEF0 Zusammenhang *Parent Diagram - Child Diagram*

Anhang C: V-Modell^{XT}

Grundkonzepte

Projektrollen. Neben den eigentlichen Rollen innerhalb eines Projektes existieren die Projektrollen Auftraggeber (AG), Auftragnehmer (AN) und Auftraggeber/Auftragnehmer (AG/AN). In der zuletzt genannten Konstellation (Auftraggeber/Auftragnehmer) erfolgen die Aufgaben der „Anforderungsfestlegung, Projektabwicklung und die Entwicklung innerhalb einer Organisation“ (V-Modell^{XT}, 2006, 1-13). Durch die Einführung der Auftraggebersicht verlässt das V-Modell^{XT} im Gegensatz zum V-Modell 97 die reine Entwicklerebene und bietet zum ersten Mal auch dem Auftraggeber Hilfestellung bei der Durchführung von IT-Projekten.

Projektgegenstand. Das V-Modell^{XT} spezifiziert seine Projekte nach dem Projektgegenstand. Hierbei wird zwischen der Entwicklung von Software- (SW), Hardware- (HW) und komplexen beziehungsweise eingebetteten Hard- und Softwaresystemen (HW und SW) sowie der Systemintegration unterschieden. Neben diesen Projektgegenständen unterstützt das V-Modell^{XT} auch *Einführung und Pflege eines organisationsspezifischen Vorgehensmodells*, das in dieser Arbeit nicht weiter betrachtet wird (V-Modell^{XT}, 2006).

Projekttyp. Projekte sind nicht immer identisch in ihrer Komplexität oder Anforderungen und daher kennt das V-Modell^{XT} vier Projekttypen (1) Systementwicklungsprojekt eines AG, (2) Systementwicklungsprojekt eines AN, (3) Systementwicklungsprojekt eines AG mit AG in der gleichen Organisation (ohne Vertrag), (4) Einführung und Pflege eines organisationsspezifischen Vorgehensmodells. Der Projekttyp bestimmt die zu verwendenden Vorgehensbausteine und Projekttypvarianten. Dadurch werden neue Vorgehensbausteine definiert und zusätzlich die entsprechende Projektdurchführungsstrategie gewählt, die wiederum mit den Entscheidungspunkten zusammenhängt.

Der Projekttyp wird auf der einen Seite durch die Projektrolle beeinflusst, die eine rollenspezifische Sicht auf das Projekt und die Aufgaben in dem Projekt hat. Auf der anderen Seite wird der Projekttyp durch den Projektgegenstand weiter definiert. Der Projektgegenstand ist entweder die Entwicklung eines Systems (Hardware, Software oder HW- und SW-Systeme beziehungsweise eingebettetes System) oder die Einführung und Pflege eines organisationsspezifischen Vorgehensmodells (V-Modell^{XT}, 2006).

Projekttypvarianten. Die Projekttypen werden im V-Modell^{XT} wiederum durch Projekttypvarianten ergänzend beschrieben. Die Projekttypvarianten definieren die Rahmenbedingungen, in denen das Projekt ablaufen soll. Jeder Projekttyp hat eine oder mehrere zugeordnete Projekttypvarianten, außer dem Projekttyp Einführung und Pflege eines organisationsspezifischen Vorgehensmodells. Die Projekttypvariante beeinflusst die Vorgehensbausteine, Projektmerkmale und die Projektdurchführungsstrategie.

Vorgehensbausteine. Im Mittelpunkt des V-Modell^{XT} stehen die Vorgehensbausteine mit den Unterelementen Produkte, Aktivitäten und Rollen. Ein Vorgehensbaustein ist eine in sich abgeschlossene Einheit und eigenständig. „Ein Vorgehensbaustein beinhaltet alle Bestandteile, die zur Bearbeitung einer konkreten Aufgabenstellung [...] notwendig sind“ (V-Modell^{XT}, 2006, 1-15).

Produkte. Die Produkte sind im V-Modell^{XT} hierarchisch strukturiert und werden zu Produktgruppen sogenannten Disziplinen zusammengefasst oder bei komplexen und großen Produkten in einzelne Themen unterteilt. Eine Disziplin ist beispielsweise das Konfigurations- und Änderungsmanagement. Je nach Kontext kann ein Produkt im V-Modell^{XT} alles sein. Es existieren initiale Produkte, die genau einmal innerhalb eines Projektes erstellt werden, wie beispielsweise das Projekthandbuch oder der Projektplan und externe Produkte. Die externen Produkte werden außerhalb des Vorgehensmodells produziert. Die Produkte Projektfortschrittsentscheidung, Projektplan, Projektstatusbericht und QS-Bericht werden zu jedem Entscheidungspunkt vorgelegt (V-Modell^{XT}, 2006).

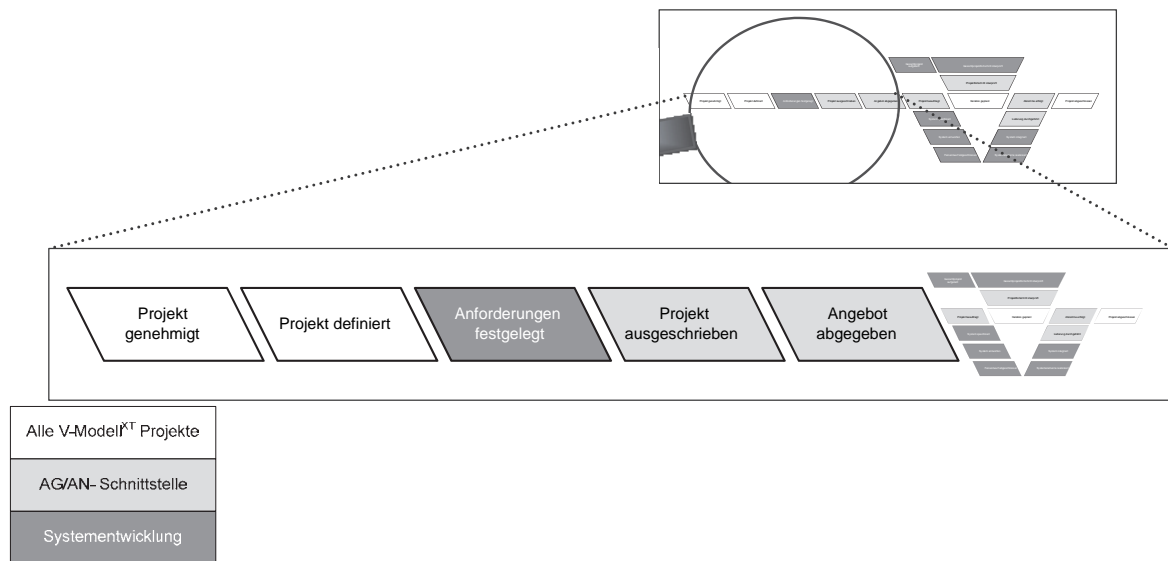
Aktivitäten. Aktivitäten werden durch eckige Rechtecke dargestellt und bearbeiten genau ein Produkt. Auch hier besteht die Möglichkeit, mehrere Aktivitäten in Disziplinen zusammenzufassen. Die Aktivitäten bestehen aus mehreren kleineren Arbeitsschritten, ähnlich aufgebaut wie Arbeitsanweisung und können ein oder mehrere Themen bearbeiten (V-Modell^{XT}, 2006).

Rollen. Damit das V-Modell^{XT} in vielen Projekten Anwendung findet, verwendet es Rollen und erst kurz vor der Initiierung des Projektes in einem speziellen Unternehmen werden den Rollen auch reale Namen und somit Personen zugewiesen. Jedes Produkt bekommt genau einen Verantwortlichen, der für die Erstellung und Einhaltung der vorgegebenen Termine Sorge trägt. Es können jedoch mehrere Personen an einem Produkt mitwirken – so genannte Mitwirkende, die vom Verantwortlichen des Produktes koordiniert werden (V-Modell^{XT}, 2006).

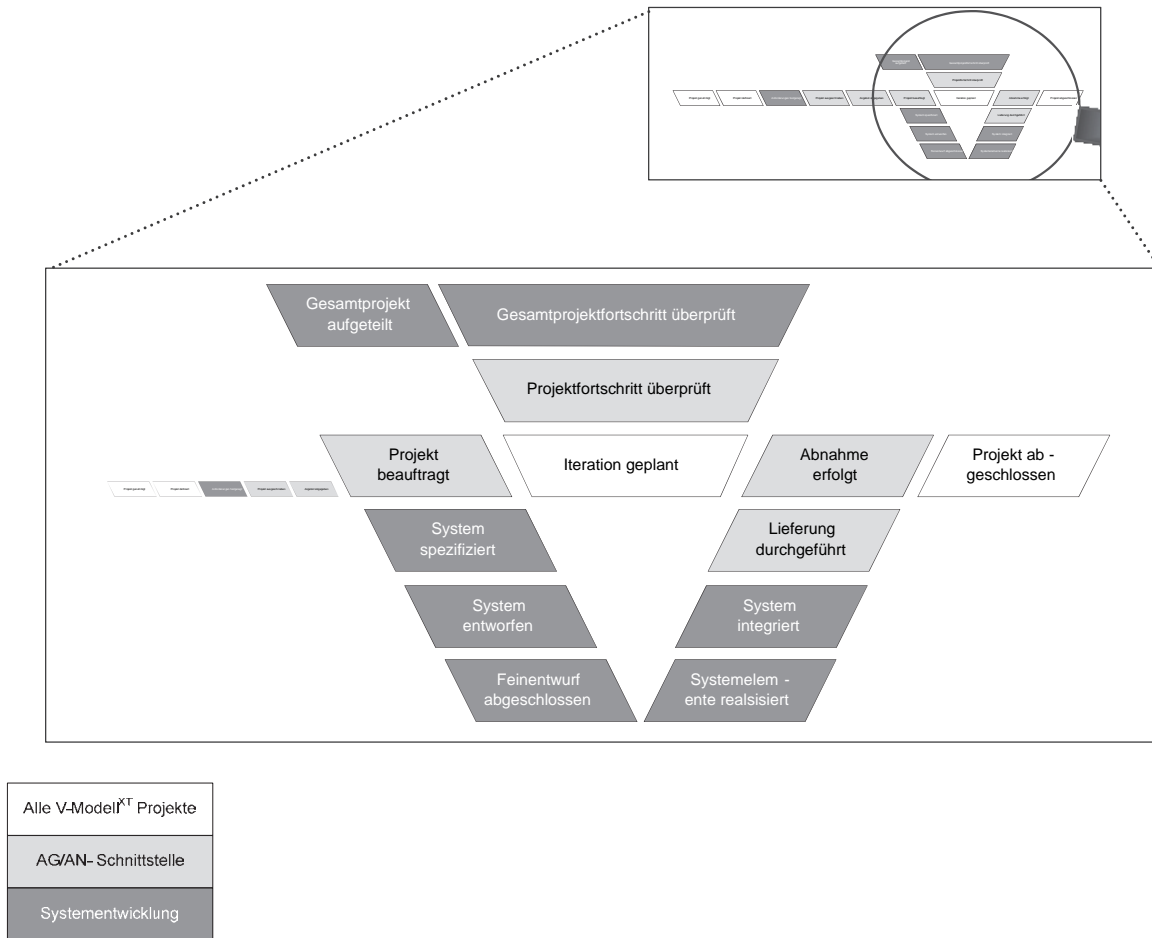
Schnittstellenprodukte. Auftraggeber und Auftragnehmer müssen miteinander kommunizieren und gemeinsam Produkte erarbeiten. Diese Schnittstellen werden im V-Modell^{XT} explizit beschrieben und Schnittstellenprodukte genannt. Es wird genau definiert, welches Produkt von wem erstellt wird beziehungsweise gemeinsam entsteht. Produkte, die vom Auftraggeber und Auftragnehmer gemeinsam erarbeitet werden, sind die Schnittstellenprodukte und durch zwei aufeinandertreffende Pfeile gekennzeichnet (V-Modell^{XT}, 2006).

Projektdurchführungsstrategie und Entscheidungspunkte. Das V-Modell^{XT} legt bewusst nicht die Reihenfolge für die Abarbeitung der Vorgehensbausteine und somit der Produkte und Aktivitäten vor. Die Projektdurchführungsstrategie zeigt dem Anwender in Abhängigkeit von Projekttyp und Projekttypvariante eine Abfolge von Projektfortschrittsstufen auf. Jede Projektfortschrittsstufe wird durch einen Entscheidungspunkt definiert, der einem Meilenstein entspricht. An jedem Entscheidungspunkt wird das Projekt evaluiert und „jeden Entscheidungspunkt ist im V-Modell eine Menge von Produkten definiert, die am Ende der Projektfortschrittsstufe fertig gestellt sein müssen“ (V-Modell^{XT}, 2006, 1-19).

Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde das komplette V-Modell^{XT} in zwei getrennten Grafiken dargestellt, damit die Details noch erkennbar sind. Je nach Projekttyp und beteiligten Rollen an einem Projekt sind unterschiedliche Entscheidungspunkte und Projektdurchführungsstrategien relevant. Abbildung A-C.1 zeigt die ersten fünf Entscheidungspunkte für ein komplettes V-Modell^{XT} Projekt aus Sicht der Auftraggeber und Auftragnehmer ohne den Aspekt Einführung und Pflege eines organisationsspezifischen Vorgehensmodell. Die weißen Entscheidungspunkte sind für alle V-Modell^{XT} Projekte relevant, die leicht grauen Entscheidungspunkte stellen die AG/AN-Schnittstellen dar und Entscheidungspunkte in dunkelgrau entsprechen der Systementwicklung. Abbildung A-C.1 zeigt die Entscheidungspunkte *Projekt genehmigt*, *Projekt definiert*, *Anforderungen festgelegt*, *Projekt ausgeschrieben* und *Angebot abgegeben*.


Abbildung A-C.1 Vorgehensbausteine des V-Modell^{XT} Teil 1

In Abbildung A-C.2 entsprechen die Graubabstufungen den gerade genannten Entscheidungspunkten. Es sind die Entscheidungspunkte *Projekt beauftragt*, *System spezifiziert*, *System entworfen*, *Feinentwurf abgeschlossen*, *Systemelemente realisiert*, *System integriert*, *Lieferung durchgeführt*, *Abnahme erfolgt* und *Projekt abgeschlossen* beschrieben. Je nach Projekttyp, also der Kombination aus Rolle und Projektgegenstand kann es sein, dass Abbildung A-C.2 durchaus weniger Entscheidungspunkte aufweist. Das Charakteristische des V-Modell^{XT}, das ‚V‘ in der Darstellung, steht für die Iteration, welche die Entscheidungspunkte durchlaufen können und wird in der Grafik mit *Iteration geplant* angezeigt. *Gesamtprojektfortschritt überprüft* und *Gesamtprojekt aufgeteilt* sind Bestandteile eines jeden Systementwicklungsprojektes und der Projektfortschritt wird immer dann mit *Projektfortschritt überprüfen* abgefragt, wenn es sich um ein Projekt mit Auftraggeber/Auftragnehmer Schnittstelle handelt.


Abbildung A-C.2 Vorgehensbausteine des V-Modell^{XT} Teil 2

Anhang D: ELE^{XT}-Prozesse als IDEF0

Im Folgenden werden alle ELE^{XT}-Prozesse in der IDEF0-Darstellung gelistet, allerdings ohne diese näher zu beschreiben.

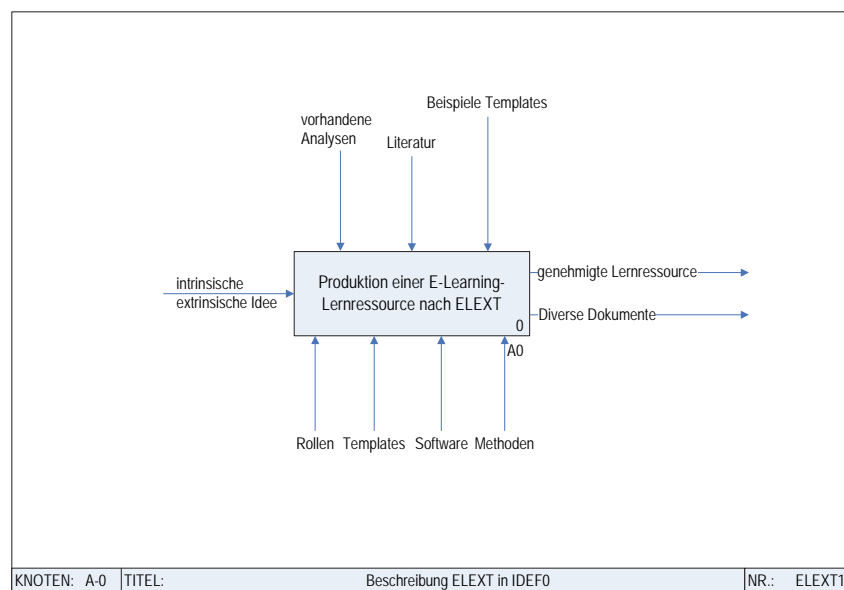


Abbildung A-D.1 A-0 Beschreibung ELE^{XT} in IDEF0

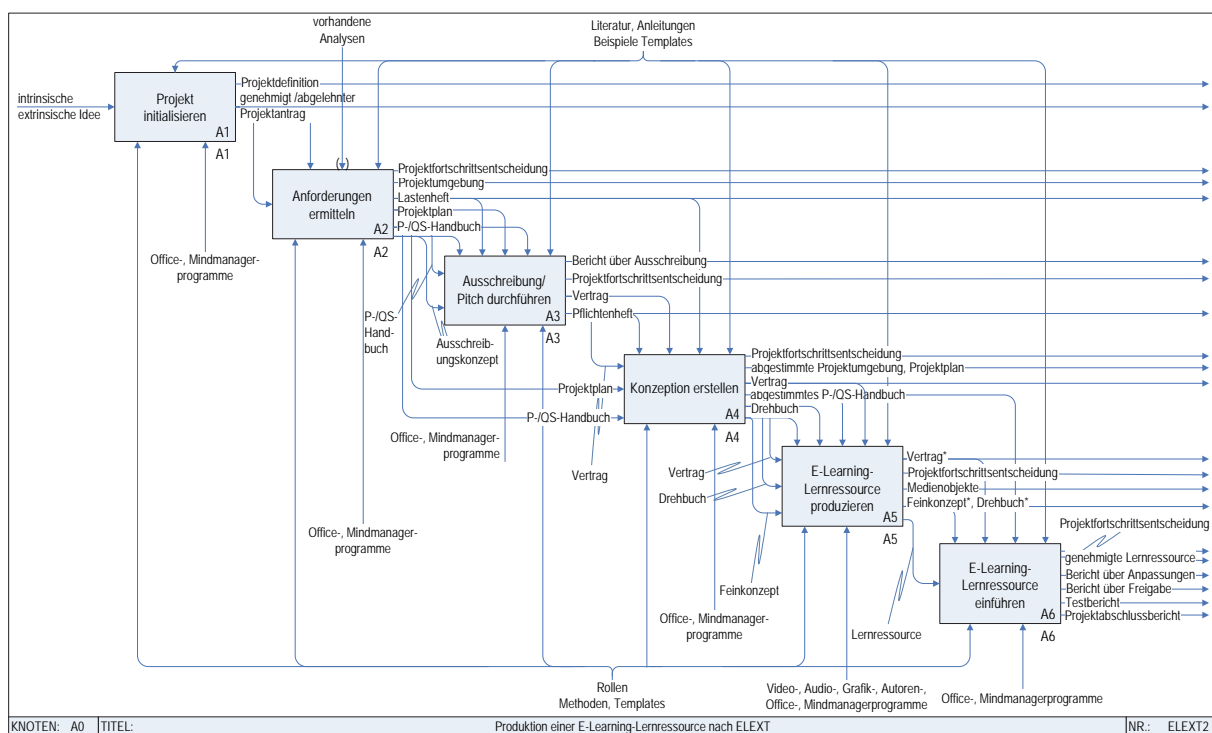


Abbildung A-D.2 A0 Produktion einer E-Learning-Lernressource nach ELE^{XT}

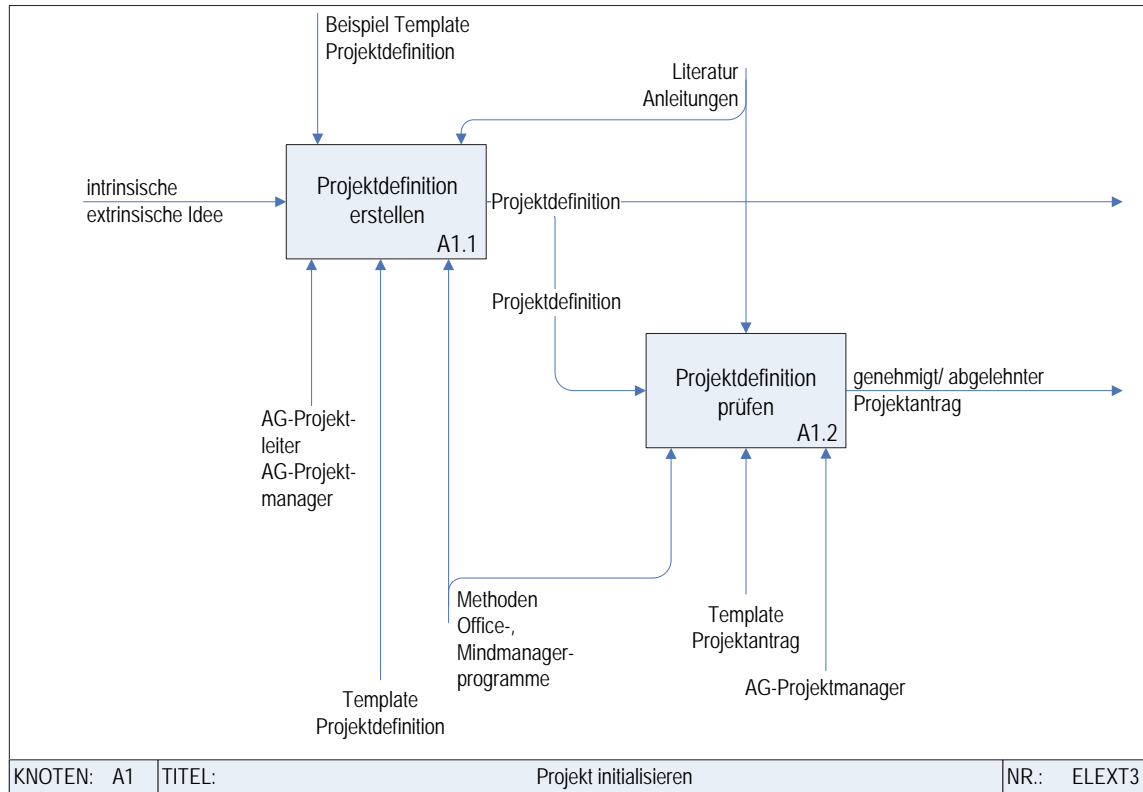


Abbildung A-D.3 A1 Projekt initialisieren

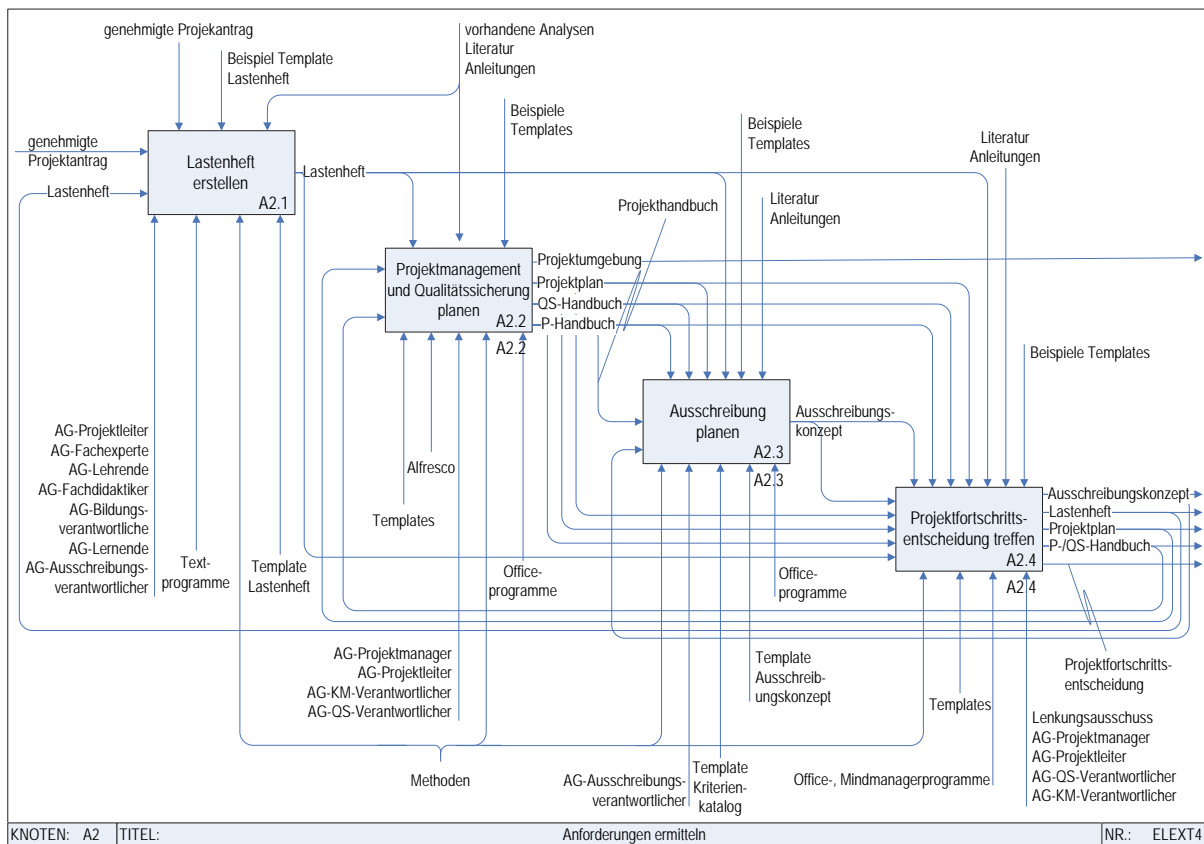


Abbildung A-D.4 A2 Anforderungen ermitteln

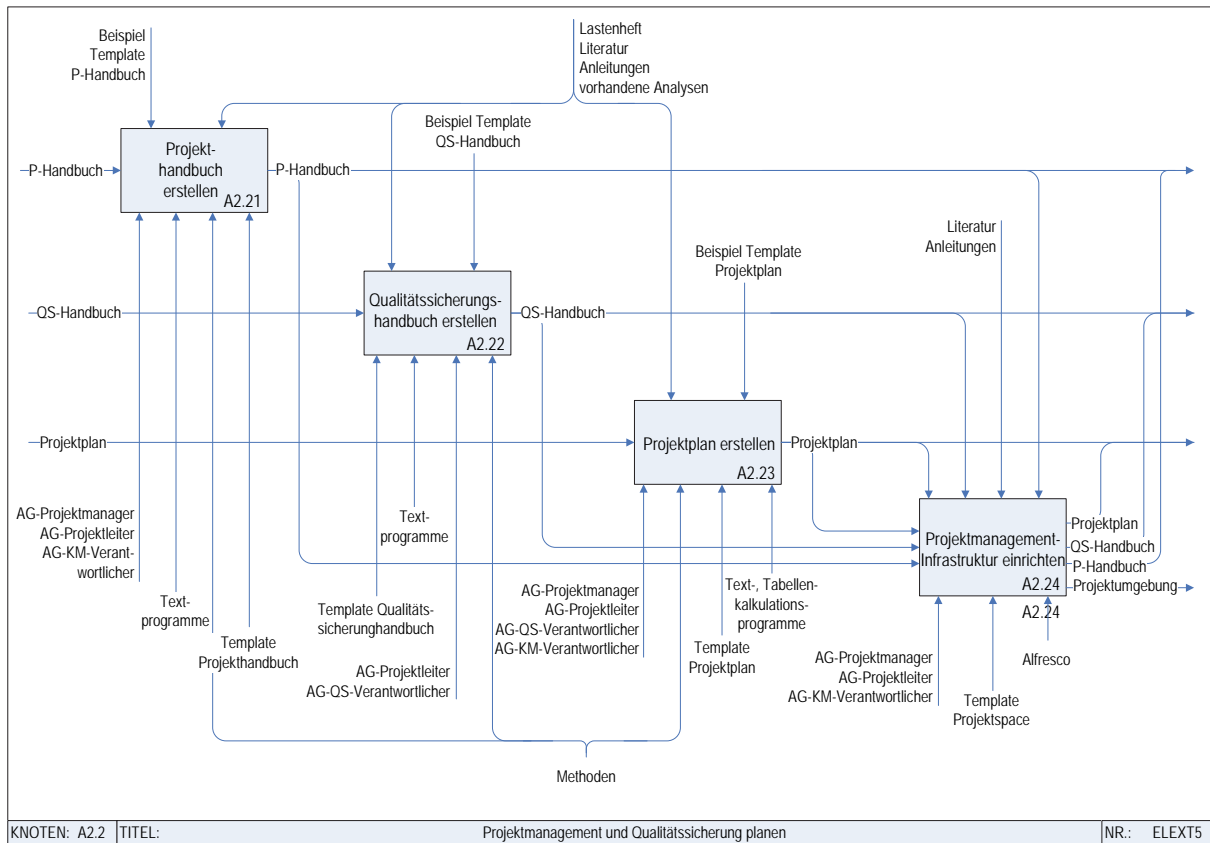


Abbildung A-D.5 A2.2 Projektmanagement und Qualitätssicherung planen

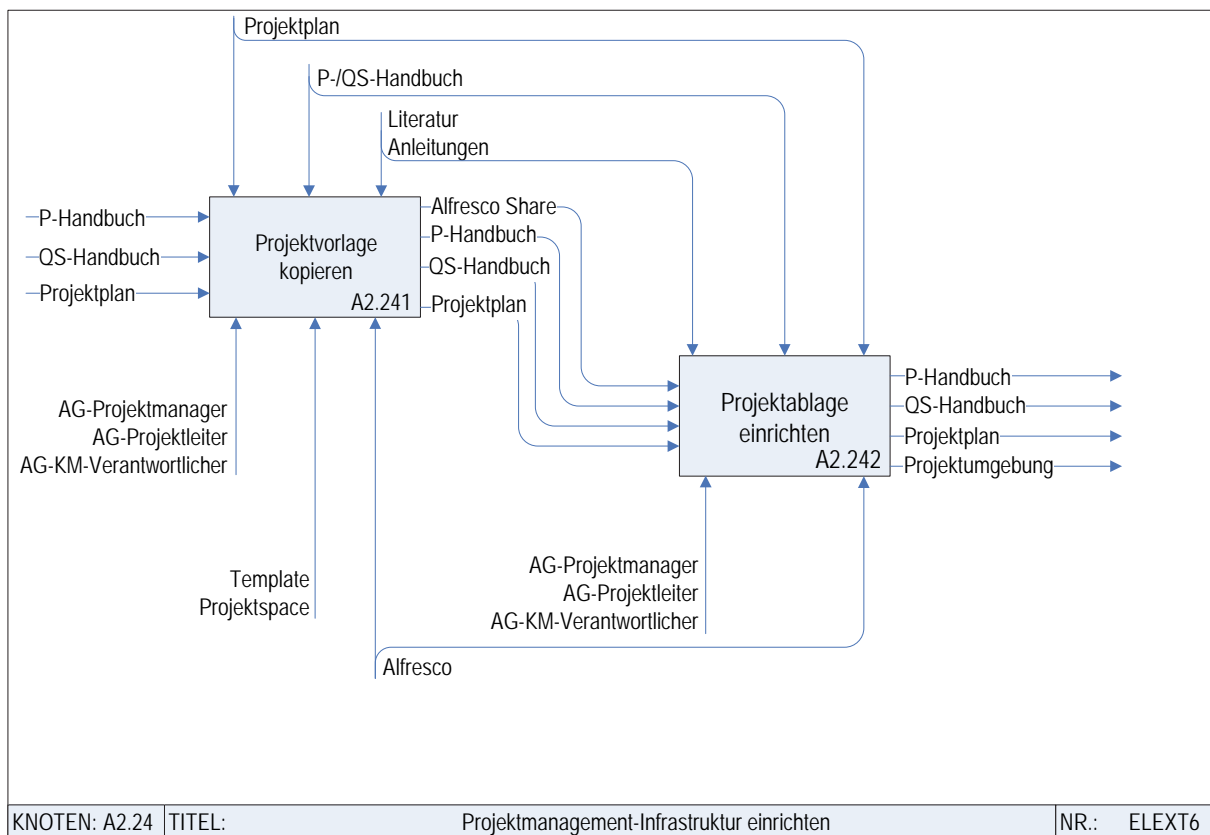


Abbildung A-D.6 A2.24 Projektmanagement-Infrastruktur einrichten

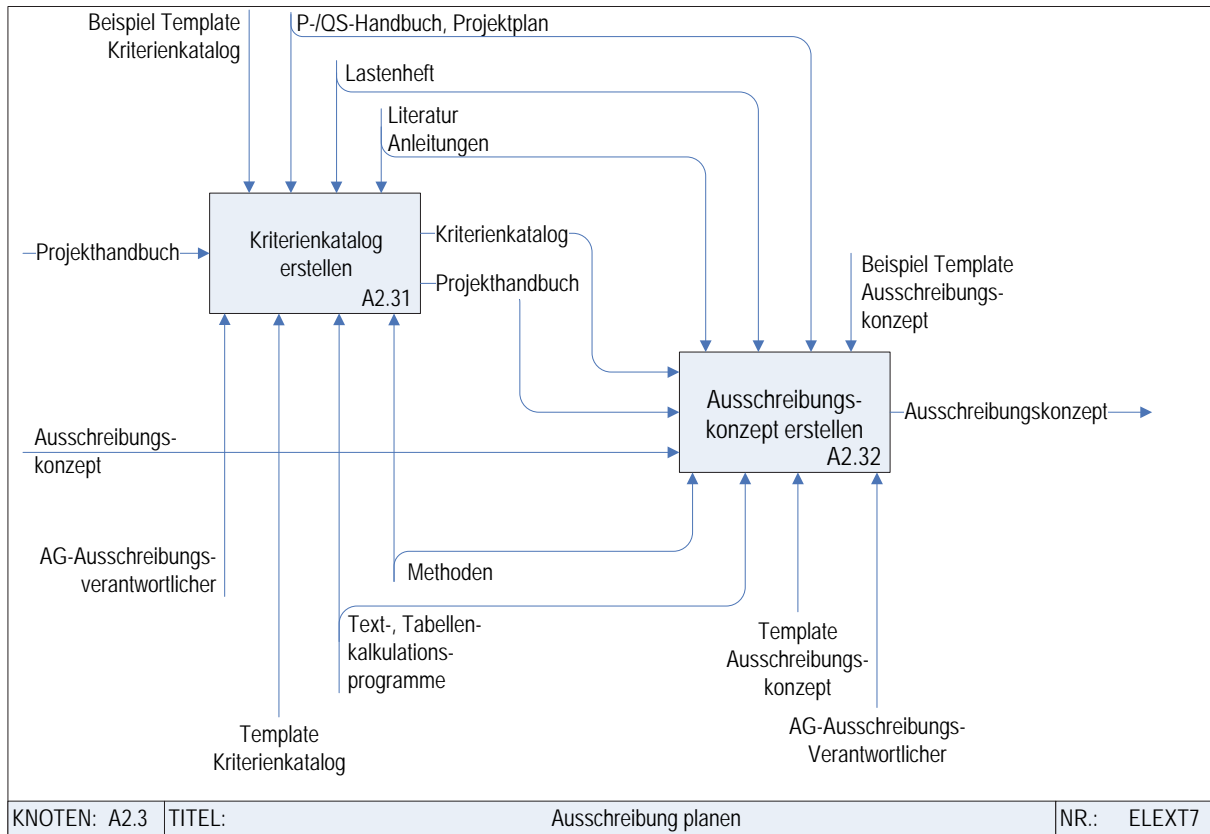


Abbildung A-D.7 A2.3 Ausschreibung planen

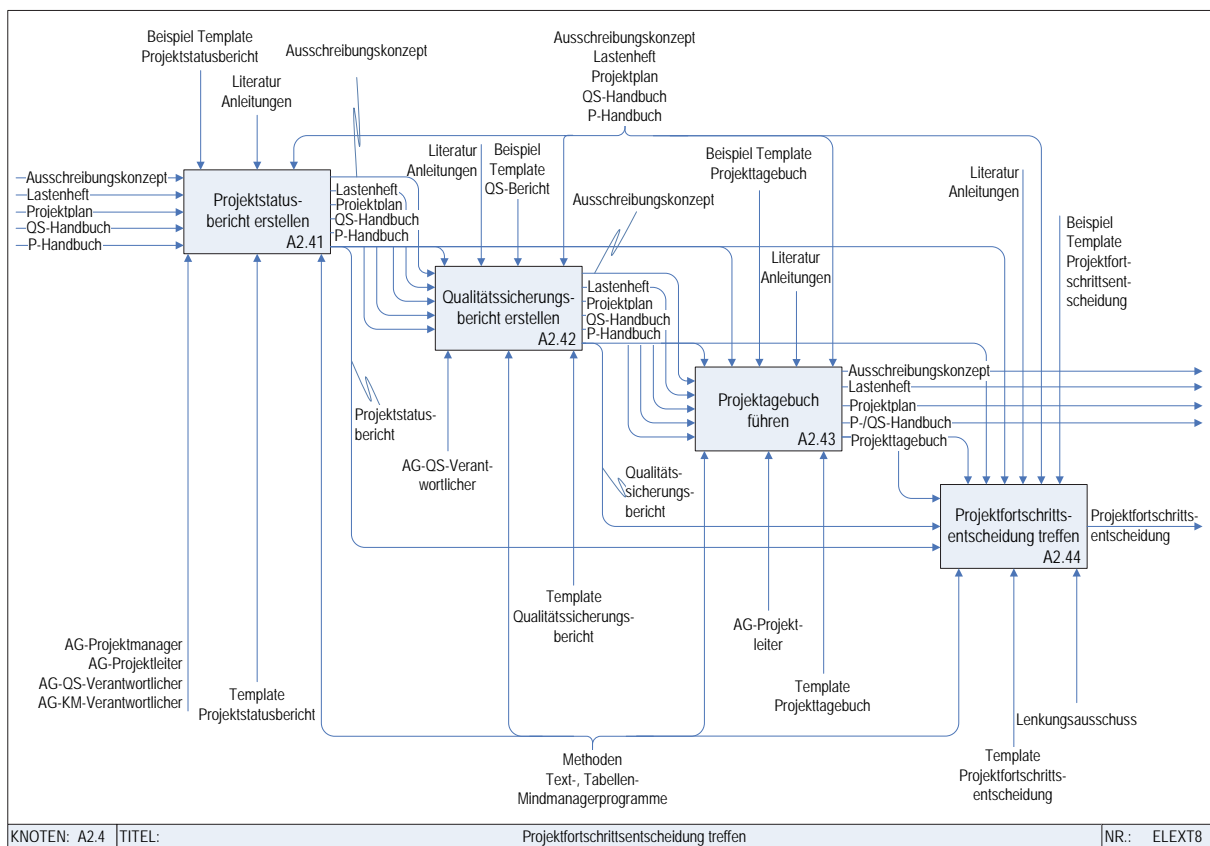


Abbildung A-D.8 A2.4 Projektfortschrittsentscheidung treffen

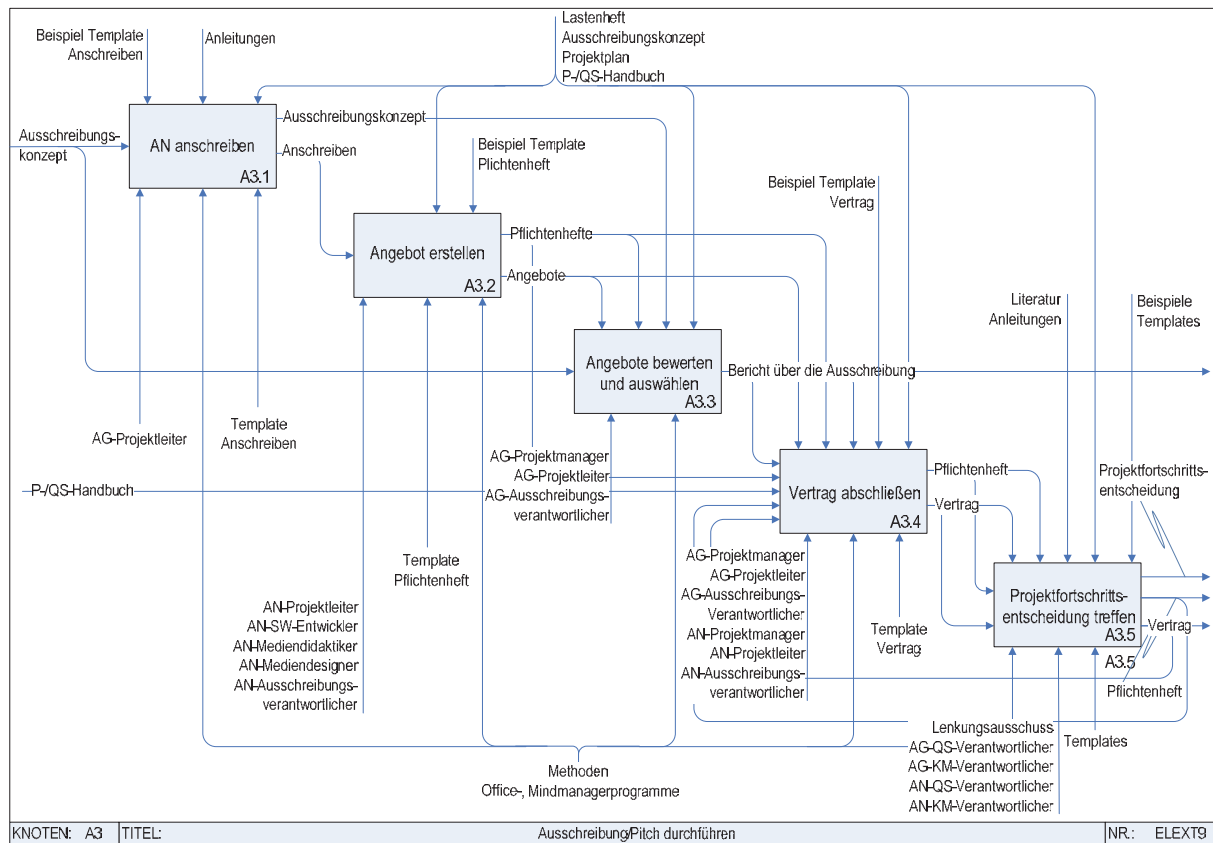


Abbildung A-D.9 A3 Ausschreibung/Pitch durchführen

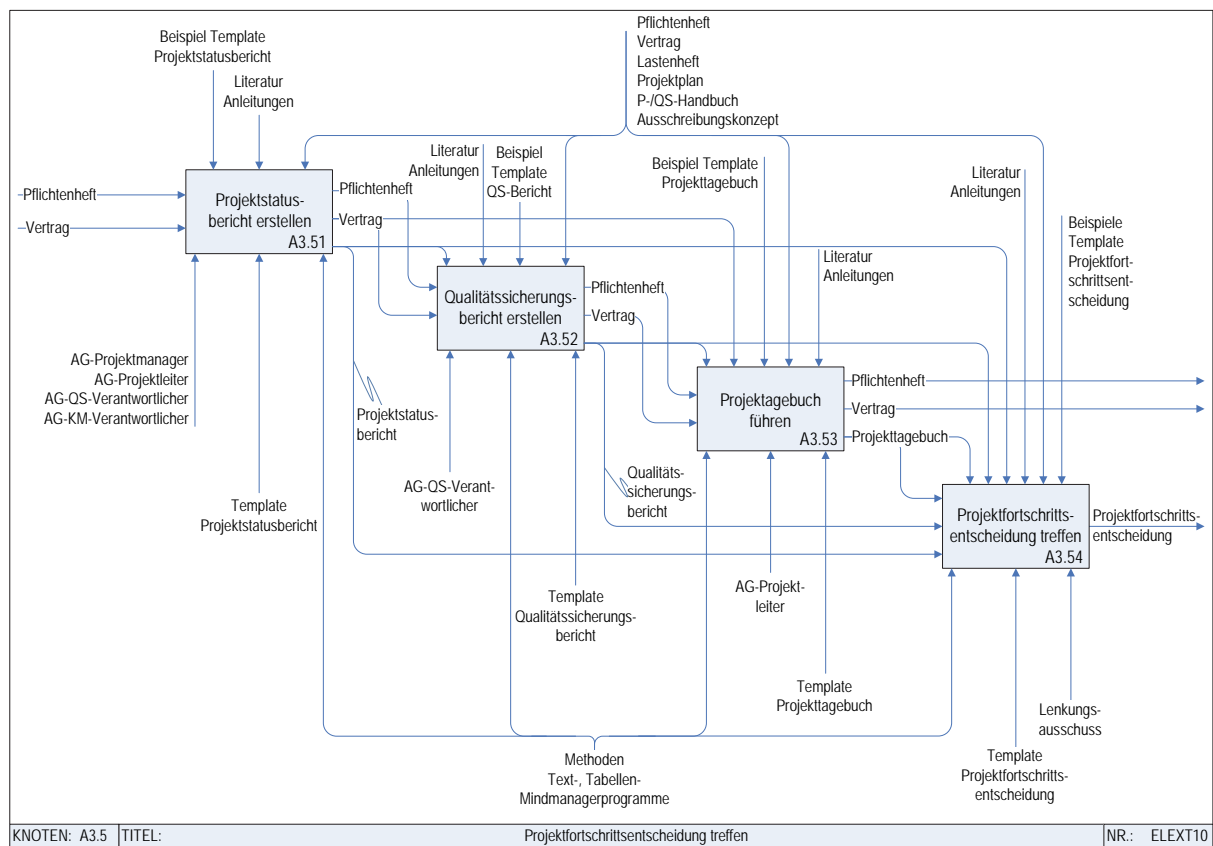


Abbildung A-D.10 A3.5 Projektfortschrittsentscheidung treffen

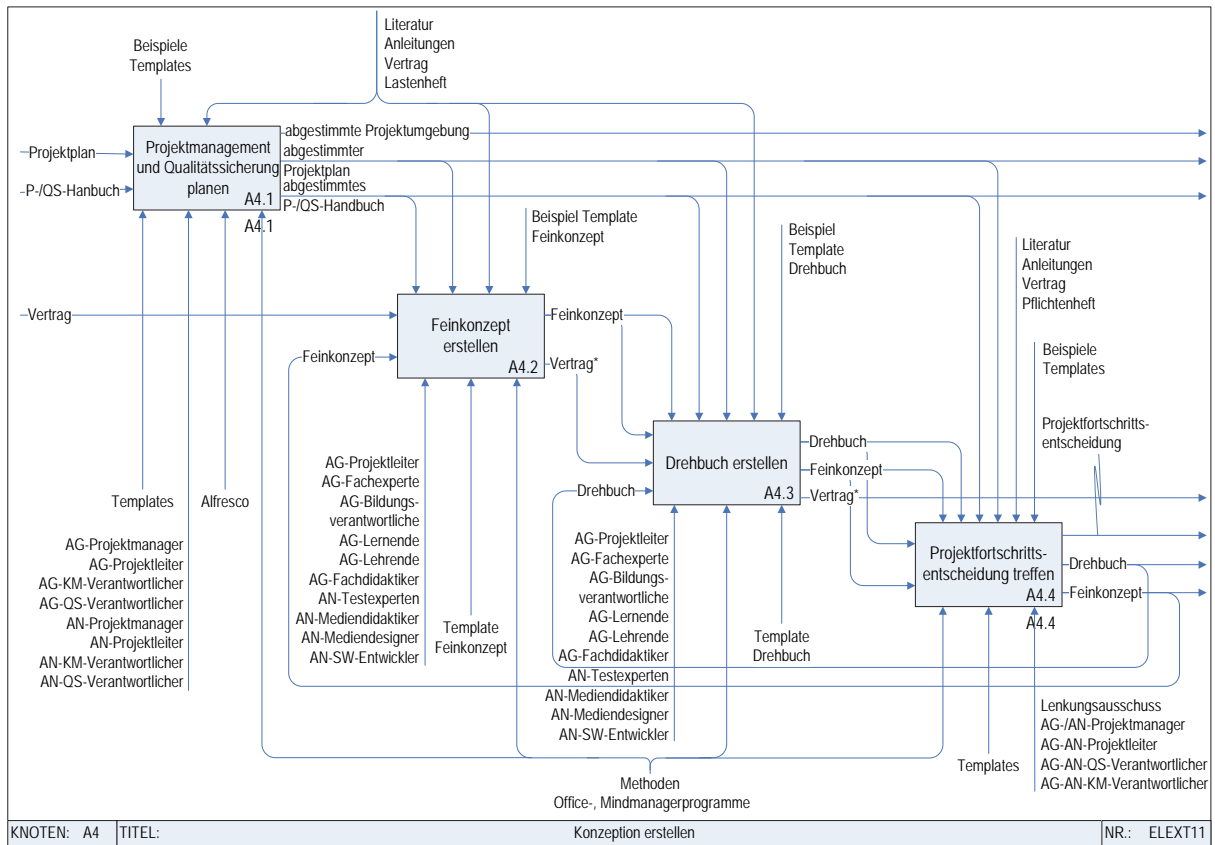


Abbildung A-D.11 A4 Konzeption erstellen

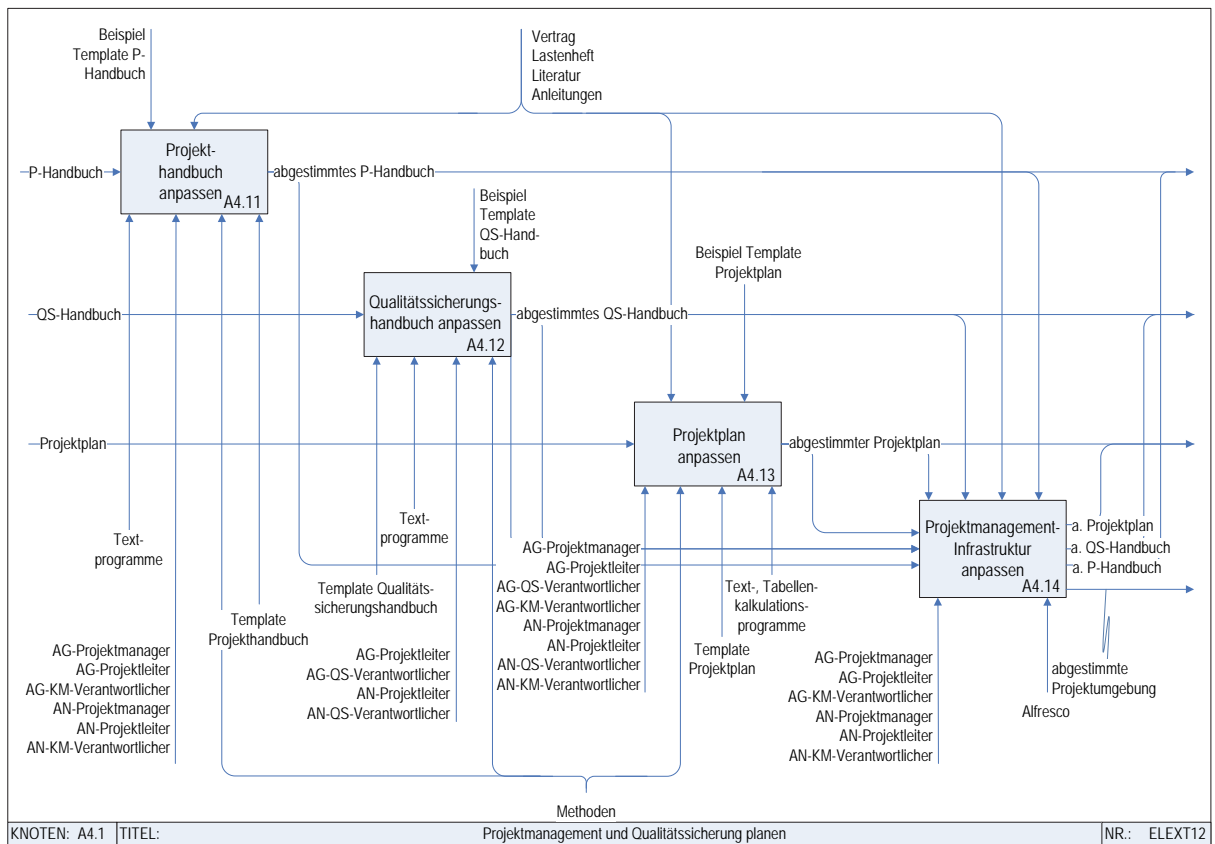
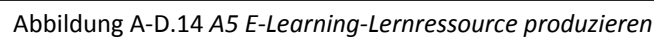


Abbildung A-D.12 A4.1 Projektmanagement und Qualitätssicherung planen



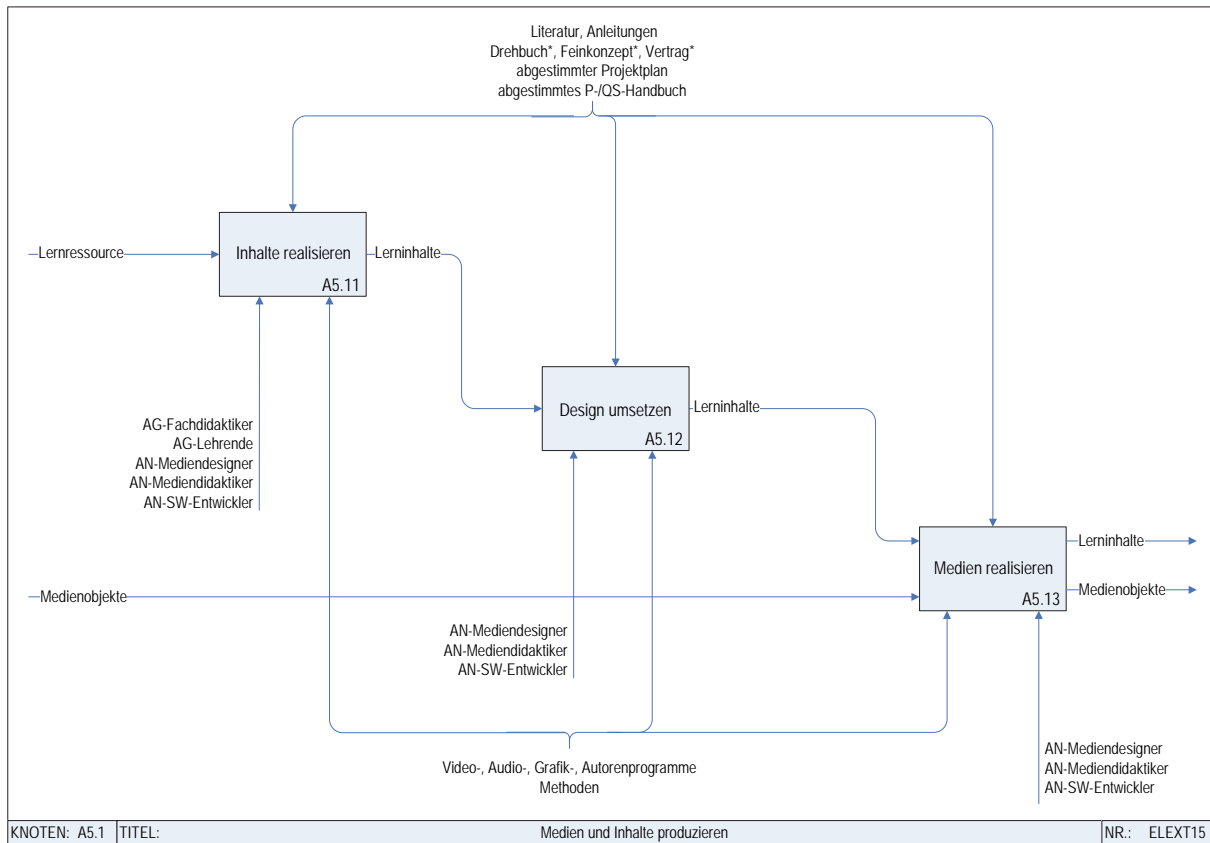


Abbildung A-D.15 A5.1 Medien und Inhalte produzieren

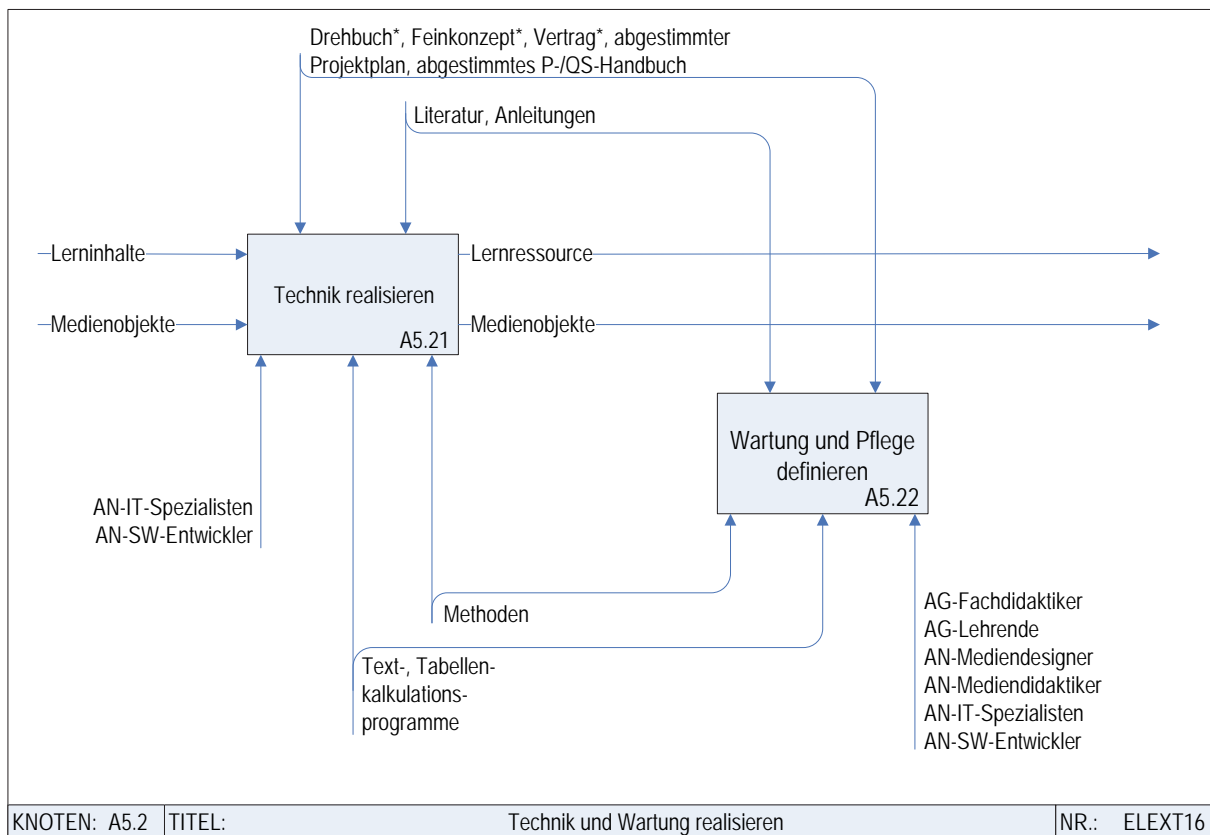


Abbildung A-D.16 A5.2 Technik und Wartung realisieren

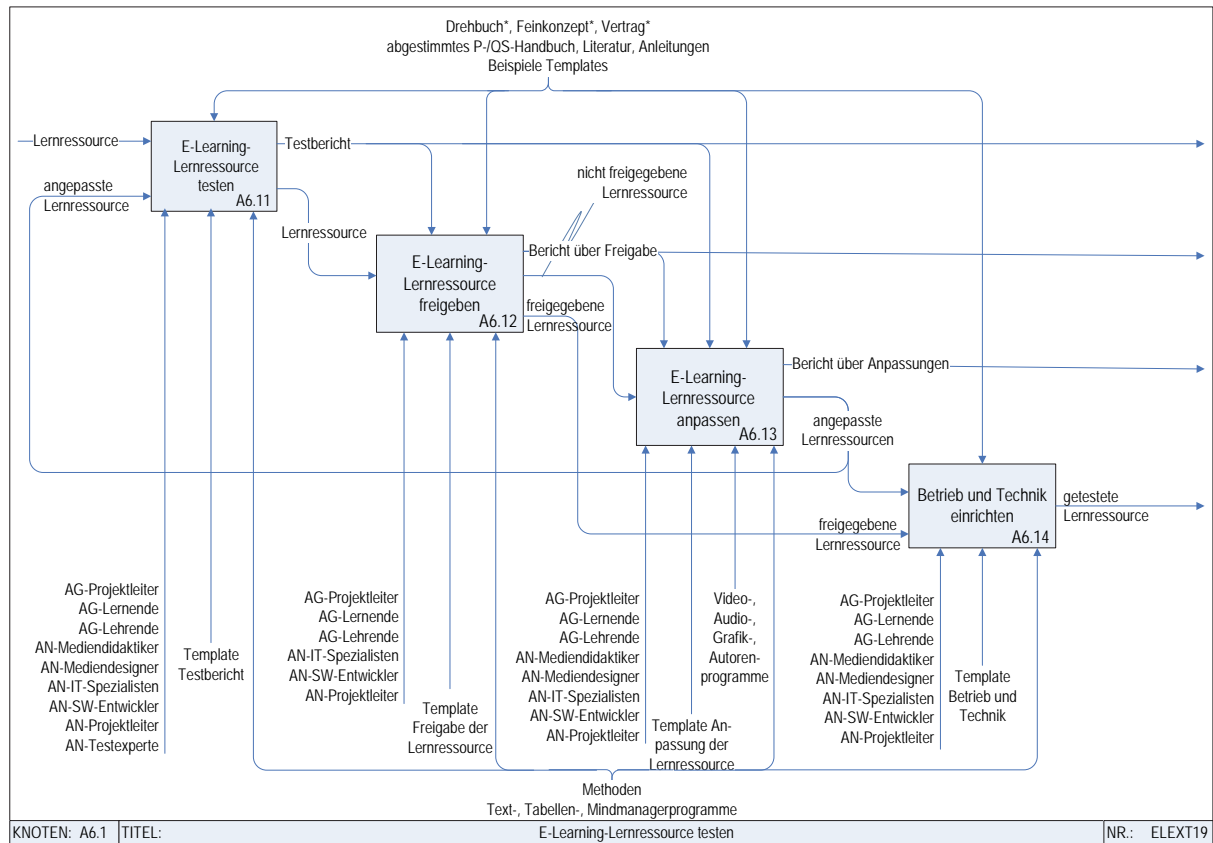


Abbildung A-D.19 A6.1 E-Learning-Lernressource testen

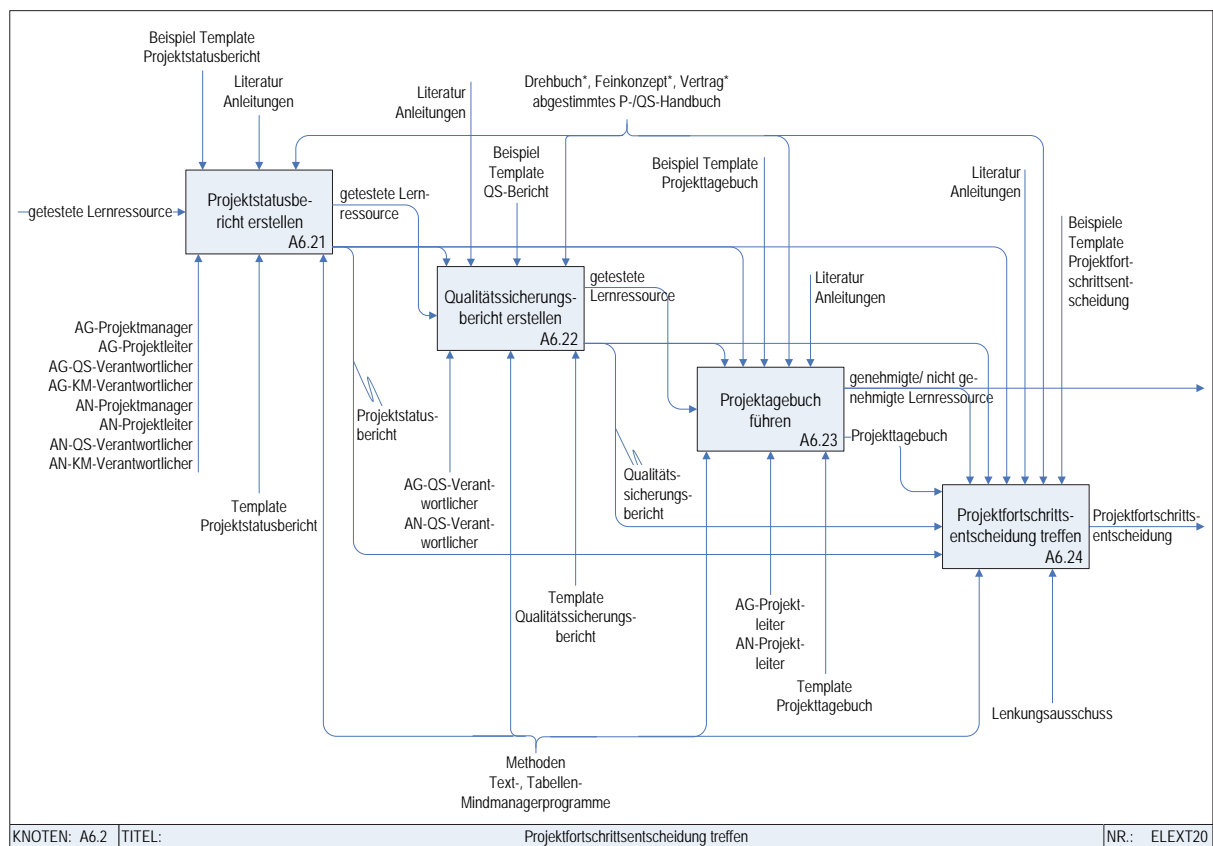


Abbildung A-D.20 A6.2 Projektfortschrittsentscheidung treffen



Anhang E: Werkzeuge/Tools für ELE^{XT}

Werkzeugart	Produkt kommerziell	Produkt Open Source
Audioprogramme		
Mastering	Protools	Audiacity
Autorenprogramme		
Dynamische Grafiken (Animation)	Adobe Captivate	Pencil
Grafikprogramme		
Rastergrafiken	Adobe Photoshop	Gimp
Vektorgrafiken	Adobe Illustrator	Inkscape
HTML	Adobe Dreamweaver	PHASE5
Videoprogramme		
Postproduktion	Adobe Premiere	Moviemaker
3D	3dMax	Blender
Special Effects/ Compositing	Adobe After Effects	Blender
Officeprogramme		
Text	Word	Writer
Tabellenkalkulation	Excel	Calc
Präsentation	Power Point	Impress
Statistikprogramme	SPSS	R
Mindmanager	Mindmaster	Freemind
Projektmanagement	Microsoft Project	Open Project

Anhang F: Rollen und Verantwortlichkeiten im Projekt

Eduosis Digitale (AG)	iPunkt Media (AN)
Guiseppe Capon Verwaltung Ausschreibungsverantwortlicher	Michael Wirtz Verwaltung Ausschreibungsverantwortlicher
Ille Abt Projektmanagerin	Tobias Meier Projektmanager
Johannes Bolz Projektleitung Bildungsverantwortlicher	Miriam Gesell Projektleitung
Veronika Stettler Lehrende	Annika Kivistö Mediendidaktikerin
Lisa Schilp Fachexpertin	Gosia Ostrowska Drehbuchautorin
Ivan Lipkowski KM-Verantwortlich QS-Verantwortlich	Peter Austerlitz Mediendesigner
Erik Likmakki Lernender Nutzer	Slawek Sobczak SW-Entwickler KM-Verantwortlich QS-Verantwortlich
Benjamin Stuck Fachdidaktiker	Oliver Klein IT-Spezialist Testexperte
	Marianne Schneider Fachautorin

Anhang G: JavaScripte

Mechanism Projektdefinition erstellen

```
var folderName = "02 Output";
var currentFolder = document.getParent();
var parentFolder = currentFolder.getParent();
var neededFolder = parentFolder.childByPath(folderName);

if(!neededFolder.exists()) {
    neededFolder = parentFolder.createFolder(folderName);
}

var props = {};
props["app:approveStep"] = "Projektdefinition erstellen";
props["app:approveFolder"] = neededFolder.nodeRef;
props["app:approveMove"] = false;

document.addAspect("app:simpleworkflow", props);
```

Output Projektdefinition finalisieren

```
var SimpleWorkflow = {
    /* Constants to use in Workflow */
    constants : {

        tempFolderName : "fertig gestellt",
        buttonName : "Projektdefinition finalisieren",
        aspectName : "app:simpleworkflow"
    },

    /* Get ScriptNode of Temp Folder */
    getTempFolder: function (arrivedNode) {

        var outputFolder = document.getParent();
        return outputFolder.childByPath(this.constants.tempFolderName);
    },

    /* Attach Simple Workflow to document */
}
```

```
add : function(node) {

    var tempFolder = this.getTempFolder(node);
    var props = {
        "app:approveStep" : this.constants.buttonName,
        "app:approveFolder" : tempFolder.nodeRef
    };

    node.addAspect(this.constants.aspectName, props);
}

};

// Add Simple Workflow to document
SimpleWorkflow.add(document);
```

Output Projektdefinition transformieren

```
var Transformer = {

    /* Constants to use in Workflow */
    constants : {

        pathToInput: "A1.2 Projektdefinition prüfen/01 Input",
        mimeType : "application/pdf"
    },

    /* Get link to folder where we should move transformed doc */
    getFolderToMove: function(nodeRef) {

        var tempFolder = nodeRef.getParent();
        var outputFolder = tempFolder.getParent();
        var all = outputFolder.getParent();
        var parent = all.getParent();

        return parent.childByNamePath(this.constants.pathToInput);
    },

    /* @param docRef - Document that was arrived into */
    execute : function(docRef) {
```

```
        var folder = this.getFolderToMove(docRef);
        docRef.transformDocument(this.constants.mimeType, folder);
        docRef.remove();
    }
};

// transform document
Transformer.execute(document);
```